


Ex
Libris
Dr. H. J. Kreutzmann

HANDBUCH

DER

LEHRE VON DEN GEWEBEN

DES

MENSCHEN UND DER THIERE.

UNTER MITWIRKUNG VON

J. ARNOLD, BABUCHIN, BIESIADECKI, F. BOLL, E. BRÜCKE, CHROBAK, EBERTH, TH. W. ENGELMANN, J. GERLACH, HERING, IWANOFF, J. KESSEL, E. KLEIN, W. KÜHNE, C. LANGER, v. LA VALETTE, LEBER, LUDWIG, SIGMUND MAYER, TH. MEYNERT, W. MÜLLER, OBERSTEINER, PFLÜGER, v. RECKLINGHAUSEN, A. ROLLETT, RÜDINGER, MAX SCHULTZE, F. E. SCHULZE, SCHWALBE, SCHWEIGGER-SEIDEL, L. STIEDA, C. TOLDT, E. VERSON, W. WALDEYER UND ANDEREN.

HERAUSGEGEBEN

VON

S. STRICKER.

ZWEITER BAND.

CAP. XXX—XXXVIII, NACHTRÄGE UND REGISTER (S. 665—1248).

MIT 191 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1872.

Inhalt.

Capitel XXX.

Von dem Rückenmark.

Von

J. Gerlach

in Erlangen.

Derjenige Theil des centralen Nervensystems, welcher den grösseren Theil des Wirbelkanals einnimmt, das Rückenmark, stellt eine hauptsächlich aus Nervengewebe bestehende cylindrische Säule dar, die bei dem Erwachsenen in der Höhe des ersten Lendenwirbels mit einer konischen Spitze endigt. Diese Säule, welche an den Abgangsstellen der Nerven sowohl für die oberen, wie für die unteren Extremitäten beträchtliche Massenzunahmen, die sogenannte Nacken- und Lendenanschwellung zeigt, besteht aus zwei Substanzen, von welchen die peripherische weiss, die centrale grau gefärbt erscheint.

Die äussere weisse Substanz wird schon seit langer Zeit als in drei paarige Stränge geschieden betrachtet, als deren Begrenzungen die vordere Längsspalte, die Austrittstellen der vorderen und hinteren Nervenwurzeln und die hintere Längsfurche angegeben werden. Diese Sonderung in Vorder-Seiten und Hinterstränge ist auch an der Oberfläche des Rückenmarks ziemlich scharf angedeutet, verliert sich aber in dem Masse, als man sich dem grauen Kerne nähert. Ausser diesen sechs Strängen, wird in der neueren Zeit noch die vordere weisse Commissur, welche an dem Grunde der vorderen Längsspalte vor der grauen Commissur liegt (Fig. 217 *f*), als ein besonderer Bestandtheil der weissen Substanz genannt.

Die centrale graue Substanz des Rückenmarks erscheint auf dem Querschnitt unter der bekannten Form eines grossen lateinischen H und wird in den mittleren Theil, die graue Commissur mit dem Centralkanal (Fig. 217 *i g k*) und in die beiden seitlichen geschieden, von welchen letzteren die vordere

Hälfte Vorderhorn (Fig. 217 *m*), die hintere Hinterhorn (Fig. 217 *q*) genannt wird. Diese beiden Seitentheile weichen zwar in ihrer äusseren Configuration bei Vergleichung von Querschnitten, die aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks genommen sind, vielfach von einander ab; allein selbst die bedeutendsten Abweichungen, welche sich in der Hals- und Lendenanschwellung finden, behalten die Grundform des grossen lateinischen H bei, das man sich in dem

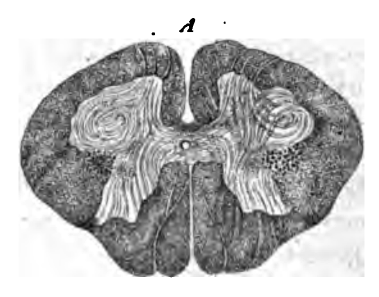


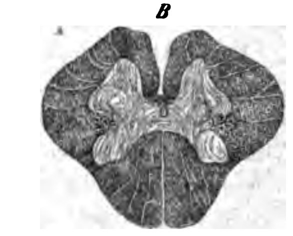
Fig. 217. Querschnitt durch das Rückenmark eines halbjährigen Kindes aus der Mitte der Lendenanschwellung mit Goldchloridkalium und salpetersaurem Uranoxyd behandelt. Durch diese Reagentien wurde in aussergewöhnlicher Weise der Faserverlauf in der grauen Substanz deutlich. Vergröss. 20. *a*) Vorderstränge. *b*) Hinterstränge. *c*) Seitenstränge. *d*) Vordere Wurzeln. *e*) Hintere Wurzeln. *f*) Vordere weisse Commissur mit den Fasern der Vorderhörner und der Vorderstränge in Verbindung stehend. *g*) Centralkanal mit Epithel. *h*) die den Centralkanal umgebende Bindesubstanz. *i*) Querfasern der grauen Commissur vor dem Centralkanal. *k*) Querfasern der grauen Commissur hinter dem Centralkanal. *l*) Durchschnitt der beiden Centralvenen. *m*) Vorderhorn. *n*) Grosses laterales Zellenlager des Vorderhorns. *o*) Kleineres vorderes Zellenlager. *p*) Kleinstes mediales Zellenlager. *q*) Hinterhorn. *r*) aufsteigende Fasern im Hinterhorn. *s*) Substantia gelatinosa.

Brusttheil als aus feineren, in dem Hals- und Lendentheil als aus breiteren Seitenbalken bestehend zu denken hat (Fig. 218. *A*, *B*, *C*).

Von hoher Bedeutung für das Verständniss des Rückenmarks ist das quantitative Verhältniss der weissen zur grauen Substanz. Dasselbe ist an verschiedenen Stellen des Organs durchaus kein sich gleich bleibendes, sondern ein sehr wechselndes. Bei vergleichender Betrachtung von Querschnitten, die

aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks genommen sind, tritt hier dem Beobachter vor Allem die Thatsache entgegen, dass die Anschwellungen in dem Nacken und Lendentheile allein auf Rechnung der grauen Substanz kommen. Ferner lehrt die Vergleichung solcher Querschnitte, dass die Masse der weissen Substanz von unten nach oben zwar nur allmählich, aber unverkennbar **zunimmt**, was in überzeugendster Weise die drei vorliegenden rücksichtlich der Vertheilung der grauen und weissen Substanz mit photographischer Treue gezeichneten Querschnitte des menschlichen Hals-, Brust- und Lendenmarks zeigen. In dem sich mehr und mehr verjüngenden Conus medullaris nimmt die weisse Substanz in dem Verhältniss zur grauen immer mehr ab und an dem Uebergang der Rückenmarksspitze in das Filum terminale schwindet die weisse Substanz fast gänzlich.





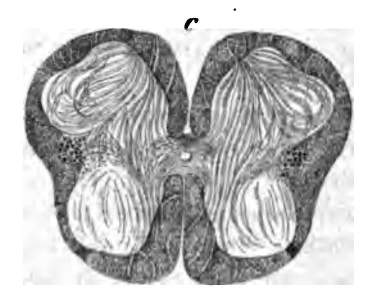


Fig. 218. Querschnitt aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks eines halbjährigen Kindes. Vergr. 8. *A*) Aus der Mitte der Halsanschwellung. *B*) Aus der Mitte des Brusttheils. *C*) Aus der Mitte der Lendenanschwellung.

Die weisse Substanz des Rückenmarks enthält von nervösen Elementen starke und mittelstarke Nervenfasern, sowie daneben Bindegewebe und Gefässe, die graue Substanz neben breiteren sich häufig theilenden Nervenfasern die feinsten mir bekannten fasrigen Elemente des Nervensystems, die netzartig verbunden in Beziehung zu den Nervenzellen treten, welche im Gegensatz zur weissen Substanz einen Hauptbestandtheil der grauen bilden.*) Von nicht nervösen Elementen finden sich ausser den hier weit reichlicher, als in der weissen Substanz vorhandenen Gefässen, deren Capillaren hier ein viel engeres Netz bilden, Epithelien, welche den Centralkanal auskleiden und Bindegewebe, das sowohl in der unmittelbaren Nähe des Centralkanals (Fig. 217 *h*,) wie in den Hinterhörnern als Substantia gelatinosa von **Rolando** (Fig. 217 *s*) besonders reichlich vertreten ist.

*) In dem Brusttheile des menschlichen Rückenmarks finden sich in den aus Bindesubstanz bestehenden Septulis des Theiles der Seitenstränge, welcher der grauen Substanz sehr nahe liegt, auch schon vereinzelte kleinere Nervenzellen. In dem Rückenmark des Rindes und Schaafes sind diese Zellen reichlicher vorhanden.

Die weisse Substanz des Rückenmarks.

Die weisse Substanz des Rückenmarks ist von einer Schichte Bindegewebes umgeben, welche der Pia mater angehört. Diese Schichte bleibt auch nach der Entfernung der Pia mater, welche man von dem Rückenmark Neugeborner und jugendlicher Individuen in langen Fetzen durch einen in der Richtung von oben nach unten geübten Zug leicht entfernen kann, immer an dem Rückenmark haften. Die Ursache dieser Erscheinung liegt theils darin, dass diese Schichte in continuirlicher fester Verbindung mit dem Bindegewebe des Rückenmarks steht, theils darin, dass die Faserung des Bindegewebes, welches dem abziehbaren Theile der Pia mater angehört, eine wesentlich longitudinale Richtung hat, während die an dem Rückenmark haftende Schichte hauptsächlich aus circulär gefasertem Bindegewebe besteht. Das longitudinale Bindegewebe der abziehbaren Pia mater steht aber mit dem an dem Rückenmark haftenden Bindegewebe von circulärer Faserung in continuirlicher Verbindung. Von der grösseren oder geringeren Festigkeit dieses letzteren hängt es ab, ob die Pia mater leichter oder schwieriger von dem Rückenmark entfernt werden kann.*) Beide Abtheilungen der Pia mater dringen bis auf den Grund des Sulcus longitudinalis anterior, d. h. bis zur vorderen weissen Commissur ein, während in den Sulcus longitudinalis posterior nur die innere an dem Rückenmark haftende Schichte der Pia mater bis zur hinteren grauen Commissur in gerader Richtung sich einsenkt. Dieses Septum posterius verbindet beide Hinterstränge so innig, dass von einem Sulcus longitudinalis posterior in strengem Wortsinne nicht gut die Rede sein kann. Damit dürfte die anatomische Streitfrage über die Existenz eines Sulcus longitudinalis posterior ihre Erledigung gefunden haben.

Das Septum posterius ist jedoch nicht der einzige Fortsatz des das Rückenmark umgebenden Bindegewebes in das Innere des Organs, sondern man beobachtet an Querschnitten sehr zahlreiche derartige Septula, welche die weisse Substanz durchsetzend bis zur grauen vordringen und dabei auf die vielfachste Weise sich unter einander verbinden. Der Unterschied zwischen diesen von allen Seiten in das Rückenmark eintretenden Septula und dem Septum posterius liegt darin, dass letzteres in gerader Richtung bis zur hin-

*) Wie leicht zerreissbar bisweilen dieses formlose Bindegewebe ist, beobachtete ich an einer Kinderleiche, welche mir vor Jahren als Merkwürdigkeit aus einer benachbarten Stadt mit der Bemerkung zugesandt worden war, dass es sich hier um ein Rückenmark von dem kein einziger Nerv abgehe, handele. Der Wirbelkanal war noch uneröffnet, aber das daraus bereits entfernte und vollständig gut erhaltene Rückenmark, von welchem die ganze Pia mater und damit natürlich auch die Nervenwurzeln abgezogen, war beigepackt. In diesem allerdings seltenen Falle war es durch einen Zufall gelungen, das ganze Rückenmark durch einen Zug nach oben, aus dem geschlossenen Wirbelkanal herauszuziehen, während die Pia mater und die übrigen Rückenmarkshäute mit den Nervenwurzeln in dem Wirbelkanal zurückblieben.

teren grauen Commissur verläuft, während die ersteren, sich nach Art der Rippen eines Pflanzenblattes verästelnd und verbindend keine bestimmte Verlaufsrichtung erkennen lassen. Wir haben uns demnach das Bindegewebe der weissen Substanz als ein Netzwerk breiterer und feinerer Bälkchen zu denken, in dessen Maschen die meist longitudinal verlaufenden Nervenröhren eingelagert sind. Der Verlauf der Gefässe schliesst sich an den der Bindegewebebälkchen an. Was die Stärke dieser Bälkchen betrifft, so lässt sich der Durchmesser derselben an Querschnitten leicht ermitteln. Die stärksten, von der das Rückenmark umgebenden Bindegewebeschichte unmittelbar abgehend, messen 0,015 bis 0,020 Mm. und verfeinern sich durch wiederholte Theilungen zu 0,008 Mm. Der Flächeninhalt der von diesen Bälkchen begränzten und meist mehr oder weniger rhombisch gestalteten Lücken beträgt nach an Querschnitten vorgenommenen Messungen 0,03 bis 0,09 ■Mm.

Diese das Rückenmark unmittelbar umgebende Schichte und das von derselben ausgehende Balkennetz besitzt ganz eigenthümliche Structurverhältnisse, welche zur Aufstellung eines eigenen Gewebes, des sogenannten Nervenkitts, der Neuroglia, Veranlassung gegeben haben. Der äussere, mächtigere Theil der umgebenden Schichte, sowie die Mitte der von derselben abgehenden Bälkchen hat noch den bekannten Bau des fibrillären Bindegewebes und besteht aus leicht wellig gebogenen Zügen feinster Bindegewebefibrillen, welche horizontal im Verhältniss zur vertikalen Körperaxe verlaufen. Nach Behandlung mit Alkalien, wodurch die Fibrillen zum Verschwinden gebracht werden, treten einzelne feinere elastische Fasern auf. An Chrompräparaten, welche mit Karminlösung behandelt wurden, sieht man, am schönsten nach Zusatz sehr verdünnter Essigsäure, auch zellige Elemente mit stark gefärbten Kernen und mehr oder weniger zahlreichen, bisweilen verzweigten Ausläufern, welche sich hier verhältnissmässig leicht isoliren lassen, was wohl die Folge der längeren Einwirkung der Chromverbindungen ist.

In der unmittelbaren Nähe der Lücken ändert sich aber das mikroskopische Bild unseres Gewebes. Es schwinden die Fibrillen und statt ihrer erscheint eine äusserst feinkörnige Substanz, welche in continuirlicher Verbindung mit dem fibrillirten Gewebe stehend sich in die Lücken des Balkennetzes fortsetzt und dieselben in der Art ausfüllt, dass nur Raum für die meist vertikal verlaufenden Nervenfasern übrig bleibt, ein Verhältniss, das am schönsten an möglichst feinen Querschnitten zu Tage tritt. Hier sieht man die Querschnitte der Nervenfasern von dieser feinkörnigen Substanz unmittelbar umgeben und öfter an einzelnen Stellen runde Löcher, aus welchen die quer durchschnittenen Nervenfasern ausgefallen sind (Fig. 219 *B c*). Diese feinkörnige Substanz ist nach allen Richtungen von ausserordentlich feinen Fasern durchsetzt, welche sich auf das Vielfachste netzartig unter einander verbinden (Fig. 219 *A a*). Das nur an den dünnsten Schnitten deutlich auftretende mikroskopische Bild der feinkörnigen Substanz mit dem darin vorhandenen Netze feinster Fasern hat die meiste Aehnlichkeit mit der Grundsubstanz gewisser gelber oder Netz-

... orpel des Ohres ... feinster Fasern ... als ein Netz ... dass ihre Ausläufer ... als mit denen ... und MERKEL ... bung feiner elastischer ... ihres Cal... Eigenschaften ... der ... ner dieser beiden Auslä... ssen, sondern betrachte ... netz als dem elastischen ... wozu mich sowohl die ... ale Aehnlichkeit des Gewebes ... Grundsubstanz gewisser elastischer ... Netzknorpel, sowie der Umstand ... alasst, dass diese Fasern, wie die ... Fasern der Einwirkung von Alkalien ... lich lange widerstehen.



Ausser dem Fasernetze feinster ... ischer Fasern finden sich in der ... körnigen Grundsubstanz noch zellige ... Dieselben sind an verschiedenen ... bald näher, bald weiter von ein... entfernt und zeigen alle Ueber... formen des mit nur äusserst wenig ... plasma umgebenen Zellenkerns ... 219 *B f* bis zu der vollständig aus... deten und mit Ausläufern verseh... Bindegewebezelle Fig. 219 *Be*. Nach ... Einwirkung einer möglichst ... färben sich, entsprechend dem ... sten die Kerne dieser Zellen. ... den Kern umgebende Protoplasma ... abgehenden Fortsätze, während ... Farbstoff aufnimmt, eine Thatsache, ... dem elastischen Gewebe an... bei methodischer Anwendung von ... gegen diesen Farbstoff elastische

... Pag. 267
... Bd. 24 Pag. 56

Nach dem Gesagten kann man in dem die Nervenfasern unmittelbar umgebenden Gewebe in der eigentlichen Neuroglia, welche sich ganz in derselben Weise auch in der grauen Substanz des Rückenmarks wiederfindet, kaum etwas Anderes sehen, als ein eigenthümlich modificirtes Bindegewebe, dessen halbweiche Grundsubstanz statt fibrillirt, feinkörnig, oder wenn sich die Beobachtungen von Walther*), welche an dem lebenden gefrornen Gehirne angestellt wurden, bestätigen sollten, structurlos wäre. In dem letzteren Falle müsste die feinkörnige Beschaffenheit der Neuroglia als durch Gerinnungen bedingt angesehen werden, hervorgebracht durch die vorausgehende längere Behandlung mit erhärtenden Flüssigkeiten. Diese feinkörnige oder vielleicht primär structurlose Grundsubstanz ist, wie es ja auch nicht ganz selten in dem gewöhnlichen fibrillirten Bindegewebe (seröse Häute) vorkommt, nach allen Richtungen von Netzen feiner elastischer Fasern durchzogen, und in derselben befinden sich die zelligen Elemente, die Bindegewebskörperchen in den verschiedensten Stadien der Entwicklung. Ueber die Herkunft der letzteren haben Henle und Merkel**) ausgehend von den bekannten Beobachtungen von Cohnheim über Eiterbildung eine sehr ansprechende Hypothese aufgestellt, nach der dieselben als ausgetretene farblose Blutkörperchen zu betrachten wären.

Die Nervenfasern der weissen Substanz haben als wesentlichen Bestandtheil die Axenfaser, oder den Axencylinder, dessen Durchmesser in einem ziemlich constanten Verhältniss zur Breite der betreffenden Nervenfaser steht, indem derselbe den dritten bis vierten Theil der Faserbreite beträgt. An in Chromsalzen leicht gehärteten Präparaten lässt sich nach Anwendung von Alkalien ein feinstreifiges Verhalten der Axenfaser bei starken Vergrösserungen nicht verkennen und ich schliesse mich, was die feinere Structur der Axenfaser betrifft, ganz der trefflichen Beschreibung an, welche davon M. Schultze in diesem Werke***) gegeben hat. Ein zweiter kaum je in vollständig entwickelten Nervenfasern der weissen Substanz fehlender Bestandtheil ist das Nervenmark oder die Markscheide, rücksichtlich deren histologischen und mikrochemischen Verhaltens ich gleichfalls auf die Arbeit von M. Schultze verweise. An feinen Querschnitten des Rückenmarks tritt namentlich nach Behandlung mit Carminammoniak die Differenz zwischen Axenfaser und Markscheide auf das Deutlichste zu Tage. Jede Nervenfaser erscheint hier unter der Form des bekannten Kalenderbildes der Sonne, und zwar in der Mitte ein intensiv roth gefärbter dicker Punkt, die Axenfaser, umgeben von einem stark lichtbrechenden ungefärbten breiten Ringe, der Markscheide (Fig. 219 *B a b*). Nicht ganz selten zeigt an Querschnitten die Markscheide eine mehr oder weniger stark ausgesprochene concentrische Schichtung. Ob dieses Verhalten als ein eigenthümliches Gerinnungsphänomen, oder als der Ausdruck einer

*) Medic. Centralblatt. Jahrg. 1868. Pag. 450.
) L. c. Pag. 79. *) Pag. 110.

schichtenweisen Anlagerung an die Axenfaser, welche, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, früher, als die Markscheide auftritt, anzusehen sei, wage ich nicht zu entscheiden.

Die an den markhaltigen peripherischen Nervenfasern vorhandene Schwann'sche Scheide wird den Fasern der Centralorgane abgesprochen. In der That ist an isolirten Nervenfasern der weissen und grauen Substanz von dieser Scheide Nichts zu sehen. Es läge aber immer noch in dem Bereiche der Möglichkeit, dass dieselbe nicht gänzlich fehle, aber deshalb an Isolationspräparaten nicht zur Darstellung gebracht werden könne, weil sie innig mit der Neuroglia verwachsen sei. Für diese Auffassung ist der Umstand verlockend, dass an Querschnitten der weissen Substanz die Gränze zwischen Markscheide und Neuroglia durch eine scharfe Linie, die man als den Ausdruck der Schwann'schen Scheide nehmen könnte, angedeutet ist. Ferner scheint dafür die Thatsache zu sprechen, dass die Schwann'sche Scheide nach ihren mikrochemischen Reaktionen entschieden dem elastischen Gewebe angehört, die von mir in der Neuroglia nachgewiessenen feinen elastischen Fasern sich aber bis hart an die Gränze der Markscheide verfolgen lassen und hier, wie man namentlich gut an feinen leicht comprimirten Längsschnitten sehen kann, oft scharf abgeschnitten endigen (Fig. 219 *A*). Da an eine Continuität der elastischen Fasern mit der Markscheide schon wegen der Differenzen in der chemischen Constitution beider Gewebe nicht gedacht werden kann, liegt der Gedanke ausserordentlich nahe, dass hier die elastischen Fasern mit der gleichfalls elastischen und mit der Neuroglia verwachsenen Schwann'sche Scheide zusammenfliessen. Ist diese Ansicht begründet, so gewinnt die Existenz eines Netzes feiner elastischer Fasern in der Neuroglia eine kaum zu verkennende physiologische Bedeutung, nämlich die eines Schutzmittels für die nervösen Elemente, welches gerade hier bei den verschiedenen Zerrungen und Dehnungen, denen das Rückenmark bei der Beweglichkeit der Wirbelsäule ausgesetzt ist, an seinem Platze zu sein scheint.

Theilungen von Nervenfasern habe ich in der weissen Substanz nicht sicher feststellen können, während andere Beobachter*) sie namentlich an feinen Fasern gesehen haben wollen.

Die Breite der Nervenfasern der weissen Substanz ist keine constante, wie sich am besten aus einer Vergleichung der Faserbreite an verschiedenen Stellen des Rückenmarkquerschnitts ergiebt. Die breitesten Nervenfasern von 0,012 bis 0,020 Mm. finden sich in dem an den Sulcus longitudinalis anterior gränzenden Theile der Vorderstränge. Hier ist auch der Breitenunterschied zwischen den verschiedenen in einer Lücke gelegenen Nervenfasern weniger auffallend. In den Seitensträngen dagegen kommen in einer und derselben Lücke Nervenfasern von 0,014 bis 0,018 Mm. und daneben massenhaft Fasern

*) Deiters, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von Max Schultze 1865. Pag. 110.

vor, die nur einen Durchmesser von 0,004—0,006 und 0,008 Mm. besitzen. In den peripherischen Lücken herrschen die breiten, in den inneren, der grauen Substanz näher gelegenen Lücken die feineren Fasern vor. Regelmässiger gestalten sich wieder die Verhältnisse rücksichtlich der Breite der Fasern in den Hintersträngen, in welchen die Fasern um so breiter werden, je weiter sie nach vorn d. h. je näher sie der hinteren grauen Commissur zu liegen kommen. An letzterer Stelle haben die Nervenfasern der Hinterstränge einen Durchmesser von 0,014 Mm., während die nach hinten immer feiner werdenden, in ihrer Breite auf 0,005—0,008 Mm. heruntergehen. Aus ganz feinen, unvermischt mit breiten Fasern bestehen die an dem oberen Brusttheil und in dem ganzen Halstheil sich gegen die Medianlinie von den Hintersträngen durch ein stärkeres Septum abzweigenden Faserzüge,*) welche auf dem Querschnitt als Keile erscheinen, deren spitzer Theil nach vorwärts und einwärts, deren dicker Theil nach rückwärts gerichtet ist, vergl. Fig. 218 *A*. In dem Rückenmark der Thiere sind die Differenzen in dem Durchmesser der Nervenfasern viel beträchtlicher als in jenen des Menschen; die grössten Verschiedenheiten finden sich in dem Rückenmark der niedersten Wirbelthiere.

Was das quantitative Verhältniss zwischen den Nervenfasern und der bindegewebigen Neuroglia betrifft, so verhalten sich, soweit sich dieses an Querschnitten beurtheilen lässt, die Vorderstränge und Seitenstränge gleich; nur in der Partie der Seitenstränge, welche an die graue Substanz gränzen, scheint mehr Bindesubstanz vorhanden zu sein. Auch die Hinterstränge sind daran etwas reicher, als die Vorder- und Seitenstränge; besonders gilt dieses von der medialen Abtheilung der Hinterstränge des Halsmarkes den GOLL'schen Keil- oder BURDACH's zarten-Strängen, welche deshalb an gelungenen Carminpräparaten etwas mehr geröthet erscheinen, als die übrigen Partien der weissen Substanz.

Rücksichtlich der Verlaufsweise sind in der weissen Substanz des Rückenmarks vertikale, horizontale und schräg verlaufende Nervenfasern zu unterscheiden.

Weitaus am reichlichsten sind die vertikalen Fasern vorhanden, welche den Hauptbestandtheil der Rückenmarksstränge darstellen und zu breiteren oder feineren Faserzügen vereinigt, parallel neben einander gelagert nach der Medulla oblongata aufsteigen. Die Abgränzungen der verschiedenen Faserzüge von einander vermitteln die auf dem Querschnitt als bindegewebige Septula erscheinenden Fortsätze der inneren Abtheilung der Pia mater. Eine Ueber-

*) Es sind dieses die zuerst von BURDACH als zarte Stränge beschriebenen Partien der Hinterstränge, welche KÖLLIKER GOLL'sche Keilstränge nannte, ein wie mir scheint aus dem Grunde nicht glucklich gewählter Name, weil BURDACH die Hinterstränge des Halsmarkes in die zarten Stränge d. i. in die GOLL'schen Keilstränge und in die Keilstränge trennte, unter welchen letzteren er den lateralen Rest der Hinterstränge des Halsmarkes nach Abgabe der medialen zarten Stränge verstand.

einanderlage, ja sogar eine Verflechtung dieser Faserzüge wird allerdings an Längsschnitten nicht selten beobachtet; allein meiner Ansicht nach haben diese Bilder von Verflechtung der Faserbündel in dem Rückenmark unterhalb der Medulla oblongata ihren Grund meist darin, dass es ausserordentlich schwierig ist reine vertikale Längsschnitte des Rückenmarks darzustellen. Der grösste Theil unserer als Längsschnitte in Anspruch genommener Präparate sind in der That mehr oder weniger Schrägschnitte und an solchen kann es natürlich nicht befremdlich erscheinen, wenn statt einfacher Nebeneinanderlage



Fig. 220. Längsschnitt einer Rückenmarkshälfte von Rechts nach Links in der Mitte der Vorderhörner aus dem Lendentheil des menschlichen Markes mit Chlorpalladium und Goldchlorid-Kalium behandelt, wobei die Faserung namentlich in dem lateralen Theile der grauen Substanz ausserordentlich scharf hervortrat. Vergröss. 50. *a*) Seitenstrang. *b*) Vorderstrang. *c*) Eintritt der Fasern des Vorderhorns in den Seitenstrang, um darin aufzusteigen. *d*) Laterale Partie des Vorderhorns mit Fasern und den Zellen des lateralen Lagers. *e*) Mediale Partie des Vorderhorns.

Uebereinanderlage, ja sogar Verflechtung von Faserzügen zu beobachten ist. Eigentliche Verflechtungen und Uebertritt von Fasern eines Fascikels in einen benachbarten konnte ich mit Sicherheit nur in dem medialen Theile der Seitenstränge constatiren.

Horizontal verlaufende Fasern kommen an folgenden Stellen der weissen Substanz des Rückenmarks vor:

1) In der vorderen weissen Commissur, wo die horizontal verlaufenden Fasern an Querschnitten leicht zu constatiren sind. Dieselben erscheinen hier unter dem Bilde einer exquisiten Kreuzung (Fig. 217 *f*) und (Fig. 226 *i*), womit aber durchaus nicht der Beweis für eine Kreuzung der Vorderstränge gegeben

ist. Im Gegentheil stammen nach meinen Beobachtungen alle horizontal verlaufende Fasern der vorderen weissen Commissur, welche zu dem Vorderstrang der entgegengesetzten Seite treten, um dort weiter nach dem Gehirne aufzusteigen aus der grauen Substanz des Vorderhorns in der Art, dass die aus dem rechten Vorderhorn kommenden Fasern in dem linken Vorderstrang und jene aus dem linken Vorderhorn kommenden in dem rechten Vorderstrang aufwärts steigen (Fig. 226). Um aber diesen Verlauf machen zu können, müssen diese Fasern nothwendig die Medianebene durchsetzen. Der Ort, an welchem

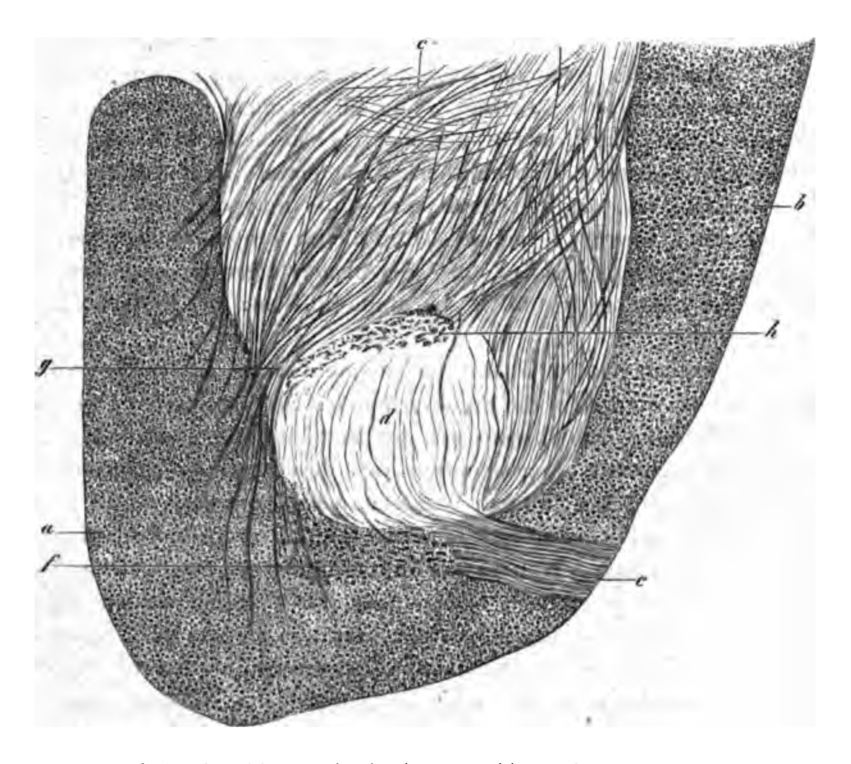


Fig. 221. Querschnitt einer hinteren Hälfte des menschlichen Rückenmarks aus der Lendenanschwellung mit Goldchloridkalium behandelt und aussergewöhnlich deutlicher Faserung der grauen Substanz der Hinterhörner. Vergröss. 50. *a*) Hinterstrang. *b*) Seitenstrang. *c*) Faserung des Hinterhorns. *d*) Substantia gelatinosa. *e*) Hintere Nervenwurzeln. *f*) Fasern der hinteren Wurzeln, welche vor Eintritt in die graue Substanz eine Strecke in dem Hinterstrang auf und vielleicht auch absteigen. *g*) Horizontale Fasern, welche von dem Hinterhorn in die Hinterstränge und von dem Hinterstrang in das Hinterhorn eintreten. *h*) Vor der Substantia gelatinosa gelegene und in dem Hinterhorn aufsteigende Faserzüge.

dieses geschieht, ist eben die vordere weisse Commissur. Für diese Auffassung spricht auch noch besonders der Umstand, dass die weisse Commissur an den Stellen des Rückenmarks, an welchen die graue Substanz reichlicher vorhanden, breiter ist, als an jenen, an welchen die graue Substanz zurücktritt.

2) Die zweite Stelle, an welcher horizontal verlaufende Fasern vorkom-

men, ist an der medialen Gränze der Seitenstränge dicht an der grauen Substanz (Fig. 220 c). Es sind dieses diejenigen Fasern, welche lateral aus der grauen Substanz der Vorderhörner austreten, um in den Seitensträngen nach oben zu verlaufen. An der Umbiegungsstelle haben dieselben in einer ganz kurzen Strecke eine horizontale Richtung. Ein ähnliches Verhalten zeigen gewisse Fasern der Hinterstränge, welche continuirlich mit den vor der Substantia gelatinosa gelegenen Fasern der Hinterhörner zusammenhängen (Fig. 221 *g*). Dieselben haben, wie mit Goldchloridkalium behandelte Querschnitte deutlich zeigen, in den Hintersträngen auf längere Strecken eine rein horizontale Richtung. Während es aber bei den horizontalen Fasern der Seitenstränge ziemlich sicher feststeht, dass dieselben aus der grauen Substanz in die Seitenstränge eintreten, um hier weiter zu verlaufen, lässt es sich bei den horizontalen Fasern der Hinterstränge nicht genau bestimmen, ob dieselben aus der grauen Substanz der Hinterhörner kommend, in den Hintersträngen weiter verlaufen, oder ob dieselben jener Abtheilung der hinteren Wurzelfasern angehören, welche, bevor sie sich in die Hinterhörner einsenken, in den Hintersträngen gewisse Strecken auf- oder niedersteigen um dann erst in den Hintersträngen umzubiegen und in die graue Substanz der Hinterhörner einzutreten.

3) Als ziemlich rein horizontal verlaufende Fasern der weissen Substanz des Rückenmarks sind auch die hinteren Wurzelfasern anzusehen, welche fast ganz in der Richtung von aussen nach der Medianlinie verlaufen (Fig. 221 *c*) und daher an sagittalen Längsschnitten quer durchschnitten erscheinen (Fig. 229 *g*). Ein Theil der den hinteren Wurzeln angehörigen Fasern und zwar der laterale behält in der weissen Substanz den rein horizontalen Verlauf und tritt direkt in die Substantia gelatinosa der Hinterhörner ein, die mediale Abtheilung der hinteren Wurzelfasern dagegen (Fig. 221 *f*) biegt in den Theil der Hinterstränge, welcher an die Substantia gelatinosa gränzt, um, erhält damit eine vertikale Richtung und steigt dann eine grössere, oder geringere Strecke in den Hintersträngen auf- und vielleicht auch abwärts, um erst später nochmals umbiegend in die vor der Substantia gelatinosa gelegene graue Substanz der Hinterhörner einzutreten. (Fig. 221 *g*).

Zu den schräg in der weissen Substanz des Rückenmarks verlaufenden Fasern gehören die vorderen Nervenwurzeln. An reinen Querschnitten sind dieselben desshalb immer nur stückweise zu beobachten (Fig. 217 *d*) während an sagittalen Längsschnitten die schräge Richtung ihres Verlaufes deutlich hervortritt (Fig. 229 *b*). Auch in dem obersten Theile des Halsmarks, aber noch viel ausgesprochener in der Medulla oblongata finden sich schräg verlaufende Fasern. Dieselben gehören der inneren Abtheilung der Seitenstränge an und verlaufen medial — und vorwärts; sie sind Nichts anderes, als die Anfänge der Pyramidenkreuzung, welche jedoch in der Medulla oblongata ihre grösste Ausdehnung und Vollendung erhält.

Die graue Substanz des Rückenmarks.

Wie in der weissen Substanz, so ist auch in der grauen jenes den Bindesubstanzen angehörige Gewebe, die Neuroglia, reichlich vertreten. Dieselbe bildet den Träger für die nervösen Bestandtheile der grauen Substanz und hängt mit dem gleichen Gewebe der weissen Substanz continuirlich zusammen. Allein sowohl das Septum posterius wie die übrigen Septula der weissen Stränge verlieren bei dem Eintritt in die graue Substanz die fibrillirte Beschaffenheit und nehmen den histologischen Charakter jenes Gewebes an, welches wir als Bindemittel der einzelnen Nervenfasern in den Stromalücken der weissen Substanz kennen gelernt haben. Etwas eigenthümlich verhält sich dieses Gewebe in der unmittelbaren Umgebung des Centralkanals und in dem Theile der Hinterhörner, der den Namen der Substantia gelatinosa führt. Davon wird bei der Beschreibung der einzelnen Abtheilungen der grauen Substanz weiter die Rede sein.

Die Nervenfasern der grauen Substanz sind ausserordentlich zahlreich und bilden jedenfalls die Hauptmasse derselben. Viele derselben besitzen eine Markscheide, viele sind aber auch als nackte Axenfasern zu betrachten, an welchen eine Markscheide nicht nachgewiessen werden kann. Von den Nervenfasern der weissen Substanz unterscheiden sie sich einmal durch sehr häufige Theilungen, welche an einer Faser wiederholt zu beobachten sind und damit in Zusammenhang durch eine viel geringere Breite, indem in dem Masse, als Theilungen eintreten, der Durchmesser der Fasern sinkt. Bestimmte Zahlenangaben über die Breite dieser Fasern sind desswegen nicht gut zu machen, weil von 0,004 bis 0,005 Mm. an, Fasern der verschiedensten Breite bis zu den fast unmessbar feinen vorkommen, welche letztere jedenfalls weitaus am reichlichsten vertreten sind. Die durch wiederholte Theilungen so äusserst fein gewordenen Nervenfasern treten zu engmaschigen Netzen zusammen, welche neben den Nervenzellen das eigenthümlich Charakteristische für die graue Substanz des Rückenmarks bilden. Diese Netze sind an dem ganz frischen Rückenmark gar nicht zu beobachten; aber selbst an dem mit Chromsalzen behandelten Rückenmark ist die Anwendung noch weiterer Reagentien nothwendig, um die Netze sichtbar zu machen. Da die Nervenfasernetze der grauen Substanz noch weniger bekannt sind, dürfte es angemessen sein, die Methoden zur Darstellung derselben kurz mitzutheilen.

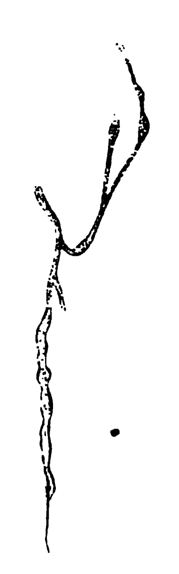


Fig. 222. Theilweise markhaltige Nervenfasern mit wiederholten Theilungen isolirt aus der grauen Substanz der Hinterhörner eines mit Chromkali behandelten menschlichen Rückenmarks. Vergr. 300.

Der Anwendung der einen Methode, welche in Behandlung feiner Schnitte mit Goldchloridkalium besteht, muss eine gewisse Härtung des Rückenmarks vorausgehen. Hierzu ist eine 1- bis 2procentige Lösung von doppelt chromsaurem Ammoniak allen anderen Chrompräparaten vorzuziehen. In dieser Flüssigkeit erreichen in 15—20 Tagen kleinere Abschnitte des kindlichen Rückenmarks, die möglichst frisch eingelegt und bei niederer Temperatur aufbewahrt werden müssen, den zum Schneiden nöthigen Härtegrad. Die Netze treten um so schöner hervor, je kürzer die zum Härten der Rückenmarkstheile nöthige Zeit gewesen war. Zur Anfertigung der möglichst feinen Schnitte, welche nicht gerade einen vollständigen Querschnitt umfassen müssen, benutze ich das von mir*) in seiner Anwendung verbesserte Mikrotom von WELKER. Die Schnitte werden in eine Lösung von 1 Theil Goldchloridkalium auf 10,000 Wasser, welches mit Salzsäure ganz schwach angesäuert wird, gebracht, worin sie 10 bis 12 Stunden liegen bleiben und allmählich sich ganz blasslilla färben. Nachdem die Schnitte in einer Lösung von 1 Theil Salzsäure auf 2 bis 3000 Theile Wasser abgewaschen, bringt man sie 10 Minuten in ein Gemenge von 1000 Theilen 60procentigen Alkohols und 1 Theil Salzsäure, dann noch einige Minuten in absoluten Alkohol, worauf man sie in Nelkenöl aufhellt und in Canadabalsam einschliesst. Zuerst sind dann die Nervenfasernetze noch nicht ganz deutlich, gewinnen aber nach 3 bis 4 Stunden sehr an Schärfe, um später, wenn die Goldlösung zu stark gewesen, oder wenn sie zu lange in der letzteren gelegen, sich so zu schwärzen, dass darunter wieder die Deutlichkeit des Bildes leidet.

Die zweite Methode, welche vor der ersteren noch den Vorzug hat, dass dadurch das Verhältniss des Nervenfasernetzes zu den Nervenzellen, welche bei der Behandlung mit Goldchloridkalium allein nicht deutlich hervortreten, zur Darstellung gelangt, besteht in einer eigenthümlichen Anwendung des Carminammoniaks. Da hierbei ganz frische, noch warme Rückenmarkstheile nothwendig sind, so wählt man am besten das Rückenmark des Kalbes oder des Ochsen. Von demselben schneidet man mit dem Rasirmesser möglichst feine Längsschnitte**) am besten durch die Vorderhörner und bringt sie unmittelbar in eine äusserst schwache Lösung von doppelt chromsaurem Ammoniak (1 Theil auf 5000 bis 10,000 Theile Wasser), worin dieselben bei kühler Temperatur 2 bis 3 Tage liegen bleiben. Hierauf werden dieselben in eine sehr verdünnte Lösung von Carminammoniak gebracht und erreichen darin nach 24 Stunden die zur weiteren Präparation nöthige Färbung. Unter der Lupe wird nun nach vorhergegangener Abspülung mit destillirtem Wasser mittelst Nadeln eine möglichst feine Zerfaserung der dünnsten Stellen der Schnitte, welche zugleich die bestgefärbtesten sind, vorgenommen, wobei die

*) J. GERLACH, zur Anatomie des menschlichen Rückenmarks. Med. Central. Jahrg. 1867. No. 24.

**) Je frischer das Rückenmark ist, um so leichter gelingt die Anfertigung feiner Schnitte; denn die Consistenz des Rückenmarks nimmt nach dem Tode rasch ab.

als dunkelrothe Punkte erscheinenden Nervenzellen leicht mit anhängenden Partien des Nervenfasernetzes zu isoliren sind. Die Präparate werden entweder in Glycerin aufbewahrt, oder man lässt noch besser das Wasser verdunsten und schliesst das trocken gewordene Object, nachdem man zuvor ein Minimum von Nelkenöl dazu gesetzt, in Canadabalsam ein.

Beide Methoden sind für die Untersuchung der grauen Substanz des Rückenmarks desshalb so äusserst wichtig, weil durch sie die Möglichkeit gegeben ist, die Fasern der Neuroglia, welche die gleiche Feinheit haben, aber weder durch Goldchloridkalium noch durch Carminammoniak eine Farbenveränderung erleiden, von wirklichen Nervenfasern zu unterscheiden. Aus dem Nervenfasernetz entwickeln sich breitere Fasern, welche mit anderen zu noch breiteren zusammenfliessen (Fig. 223) und die graue Substanz durchsetzend in die weisse Substanz der Stränge gelangen (Fig. 226, Fig. 220, Fig. 221), oder an die in den Hinterhörnern vorhandenen aus mittelbreiten Nervenfasern bestehenden Faserzüge sich anschliessen (Fig. 221 *h*).

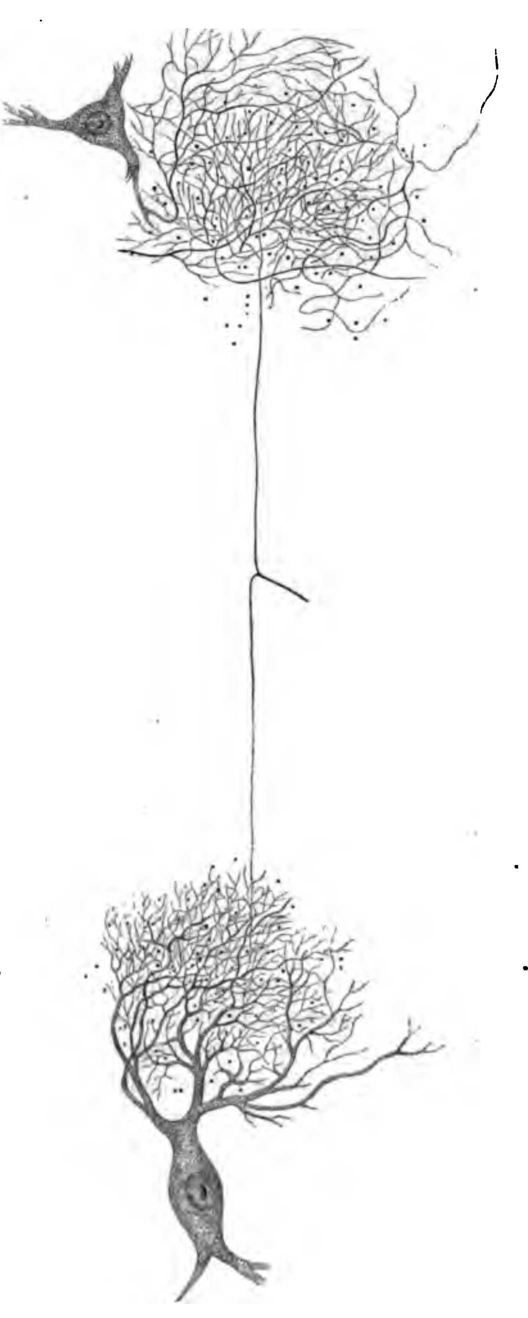


Fig. 223. Eine sich theilende Nervenfaser, deren beide Aeste mit dem Nervenfasernetz, welches mit zwei Nervenzellen in Verbindung steht, zusammenhängen. Carminammoniakpräparat aus dem Rückenmark des Ochsen. Vergr. 150.

Die Nervenzellen des Rückenmarks sind hüllenlose multipolare Zellenkörper, welche grosse homogene Kerne besitzen, die wieder ein mit einem aus-

nahmsweise selbst mit zwei Vacuolen versehenes Kernkörperchen einschliessen. Sehr häufig führen die Zellen Pigmentklümpchen, welche aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von Körnchen bestehend, nicht selten selbst in einzelnen Fortsätzen anzutreffen sind. Die Form- und Grössenverhältnisse dieser Zellen sind ausserordentlich wechselnd und von 0,120 Mm. herab finden sich alle Zwischenstufen. Die grössten Zellen kommen in den Vorderhörnern, die kleinsten in den Hinterhörnern und die mittleren Durchmessers in jenem Zellenlager vor, das auf den Brusttheil des Rückenmarks beschränkt, seitlich und rückwärts von dem Centralkanal liegt und unter dem Namen der Clarke'schen Säulen bekannt ist. Während wir in dem Carminammoniak und in dem Goldchloridkalium zwei treffliche Reagentien besitzen, um das feine Fasergewebe der Neuroglia von wirklichen Nervenfasern zu unterscheiden, fehlen uns die Mittel einer scharfen Diagnose zwischen Nervenzellen und den zelligen Elementen der Bindesubstanz; denn von Carminammoniak werden beide in der gleichen Weise gefärbt und Goldchloridkalium äussert auf beide keine Einwirkung. Zwar ist bei den grösseren und mittleren Nervenzellen eine Verwechslung kaum möglich aber kleinste Nervenzellen dürfte selbst ein geübter Beobachter von gewissen zelligen Elementen der Bindesubstanz nicht leicht unterscheiden können.

In der neuesten Zeit sind in der Morphologie der Nervenzellen des Rückenmarks zwei wesentliche Fortschritte gemacht worden. Dahin gehört einmal die Entdeckung von Deiters*) über die Verschiedenheit der Fortsätze dieser Zellen und dann die Beobachtung von M. Schultze**) über die fibrilläre Beschaffenheit des Zellenkörpers und der Zellenfortsätze. In letzterer Beziehung kann ich nur auf Seite 128 u. f. dieses Werkes verweisen; dagegen fordert die Entdeckung von Deiters eine nähere Erörterung, da dieselbe von der grössten Bedeutung für die Ursprungsverhältnisse der Rückenmarksnerven ist.

Deiters fand zuerst die merkwürdige Thatsache, dass unter den zahlreichen Fortsätzen, welche von einer Nervenzelle abgehen, einer immer ungetheilt verlauft, während die anderen häufigen Theilungen unterliegen. Dieser ungetheilte Fortsatz, welcher entweder direkt von dem Körper der Zelle, oder auch von einem ihrer ersten breitesten Fortsätze entspringt, ist bei seinem Abgang von der Zelle sehr fein, wird aber allmählig breiter (Fig. 224 und 225); daher reisst derselbe bei der Präparation isolirter Nervenzellen ausserordentlich leicht an der Zelle ab, was sicher der Grund war, weshalb man nicht früher auf denselben aufmerksam wurde. An Chrompräparaten erscheint der ungetheilte Fortsatz mehr homogen, während die getheilten eine feinkörnige Beschaffenheit haben; übrigens hat dieser Unterschied beider Fortsätze an Bedeutung verloren, seitdem M. Schultze nachwies, dass in frischem Zustand der ungetheilte, wie die getheilten Fortsätze eine fein fibrillirte

*) L. c. Pag. 53 u. f.

**) Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonn 1868.

Structur besitzen. In einer grösseren oder geringeren Entfernung von der Nervènzelle erscheint der ungetheilte Fortsatz von Nervenmark umgeben und wird so zu einer wirklichen centralen Nervenfaser mit Markscheide und Axencylinder, welchen letzteren der ungetheilte Nervenfortsatz selbst bildet. Was aus dieser von einer Nervenzelle nachweisbar entspringenden Faser wird, ob dieselbe in den weissen Strängen zu dem Gehirn aufsteigt, oder ob dieselbe zur Wurzelfaser eines Rückenmarksnerven wird, ist bis jetzt noch nicht sicher ermittelt. Deiters nahm das Letztere an und nannte deshalb den ungetheilten Fortsatz den »Nervenfortsatz,« während er den getheilten den vielleicht weniger glücklich gewählten Namen »Protoplasmafortsätze« gab, an welchen Bezeichnungen, da sie einmal eingeführt sind, wir uns auch halten werden.



Fig. 224. Nervenzelle aus dem Vorderhorn des menschlichen Rückenmarks. *a*) Nervenfortsatz. *b*) Pigmentklümpchen. Vergr. 150.

Drei Fragen sind es nun, welche sich bezüglich dieser Fortsätze dem unbefangenen Beobachter aufdrängen: 1) Welche Richtung nimmt der Nervenfortsatz und was wird schliesslich aus demselben? 2) Was wird aus den Protoplasmafortsätzen? und endlich 3) Besitzen sämmtliche Zellen des Rückenmarks Nervenfortsätze, oder giebt es auch solche, welche nur Protoplasmafortsätze aussenden?

Was die erste Frage betrifft, so war es ein entschieden glücklicher Griff von Deiters den Nervenfortsatz der Zellen mit dem Ursprung der Rückenmarksnerven in Beziehung zu setzen. Wenn auch die Verhältnisse nicht so einfach sind, wie sich Deiters dieselben dachte, der aus den Zellen der Vorderhörner die Fasern der vorderen Wurzeln und aus den Zellen der Hinterhörner jene der hinteren Wurzeln entspringen liess, so lässt sich doch soviel mit annähernder Sicherheit sagen, dass Deiters bezüglich des Ursprungs der vorderen Wurzeln das Richtige getroffen. Zwar gestatten die gegenwärtigen Hülfsmittel der Untersuchung noch nicht, die einer vorderen Wurzel angehörige Nervenfaser direkt bis zu einer Nervenzelle zu verfolgen; allein Querschnitte des Rückenmarks mit Gold-

chloridkalium und Längsschnitte mit Carminammoniak behandelt, liefern bisweilen Bilder, die kaum eine andere Deutung als die von Deiters gegebene zu lassen. An den ersteren sieht man die als vordere Wurzeln in die graue Substanz eintretenden Faserzüge ihre Richtung hauptsächlich nach den Zellenlagern der Vorderhörner nehmen, wobei sie dieselben meist bogenförmig umkreisen. Auch bis in die Zellenlager hinein kann man den vorderen Wurzeln angehörige Fasern verfolgen; aber das Verhältniss derselben zu den Nervenzellen entzieht sich deshalb einer genaueren Beobachtung, weil Goldchloridkalium auf die Nervenzellen gar nicht einwirkt und gerade an denjenigen Präparaten, an welchen sich der Faserverlauf durch dieses Reagens am schönsten darstellt, Nervenzellen fast nicht zu sehen sind. Dagegen gelingt es an Längsschnitten des Kalbsrückenmarks, welche in Ammon. bichrom. nur mässig erhärtet, sofort gut imbibirt und ausgewaschen sind, unter Anwendung eines gelinden Druckes einzelne von Zellen abgehende Nervenfortsätze direkt zu beobachten und auf längeren Strecken ihres Verlaufes zu verfolgen. Die Richtung dieser Nervenfortsätze geht stets horizontal nach vorn, während die vielfach verästelten Protoplasmafortsätze nach den verschiedensten Seiten ausstrahlen. Wenn es mir auch nicht gelang einen solchen Nervenfortsatz bis in die vorderen Wurzelfasern zu verfolgen, so spricht doch die wagerechte nach vorn gegen die Eintrittsstelle der vorderen Nervenwurzeln gerichtete Verlaufsweise in Verbindung mit der Thatsache, dass in der Nacken- und Lendenanschwellung des Rückenmarks mit der Vermehrung der Wurzelfasern auch die Nervenzellen zahlreicher werden, entschieden dafür, dass die Nervenfortsätze als die von Zellen abgehenden Anfänge der vorderen Wurzelfasern betrachtet werden müssen.

Weit schwieriger zu erforschen und daher auch noch dunkler sind die Ursprungsverhältnisse der hinteren Wurzeln. In den Hinterhörnern finden sich keine mehr oder weniger scharf umschriebenen Zellenlager, die Zellen sind mehr in dem Nervenfasernetz disseminirt und meist beträchtlich kleiner, als die der Vorderhörner; auch haben wir, wie schon erwähnt, kein Mittel, die kleinsten dieser Zellen von den zelligen Elementen der Neuroglia zu unterscheiden. Zwar hat schon Deiters auch an kleineren Nervenzellen, welche dem Gebiete der Hinterhörner anzugehören schienen, Nervenfortsätze nachgewiesen, aber über die Richtung derselben keine weiteren Angaben gemacht. Auch ich habe diese kleineren mit Nervenfortsätzen versehenen Zellen, welche hinter den Zellenlagern der Vorderhörner in dem Theile der grauen Substanz, den man weder zu den Vorder- noch Hinterhörnern zählen kann, sich finden, beobachtet, aber an mit Carminammon. behandelten Längsschnitten gesehen, dass der Nervenfortsatz dieser Zellen gleichfalls stets horizontal nach vorn verlauft; demnach sind auch diese kleineren Zellen, wie die grossen Zellen der Vorderhörner als Ursprungsstätten vorderer Wurzelfasern anzusehen. Erwägt man weiter, dass die Anzahl wirklich nachweisbarer Nervenzellen in den Hinterhörnern geringer ist, als in den Vorderhörnern, während wir schon lange

die anatomische Thatsache kennen, dass die hinteren Nervenwurzeln dicker als die vorderen sind und zugleich viel feinere Fasern führen, dass also die Zahl der auf dem Wege der hinteren Wurzeln das Rückenmark verlassenden Fasern weitaus grösser ist, als die jener Fasern, welche durch die vorderen Wurzeln von dem Rückenmark abgehen, so wird es in der That sehr unwahrscheinlich, dass die hinteren Wurzelfasern die gleichen Ursprungsverhältnisse haben, wie die vorderen. Dagegen weisen die namentlich in jenem Theile der Hinterhörner, welcher unmittelbar vor der Substantia gelatinosa liegt, so häufig vorhandenen Theilungen feinerer Nervenfasern darauf hin, dass die hinteren Wurzelfasern nicht direkt mit Nervenzellen zusammenhängen, sondern zunächst in das feine Nervenfasernetz der grauen Substanz eintreten, durch dessen Vermittlung erst die Beziehungen zwischen den hinteren Wurzelfasern und den Nervenzellen eingeleitet werden. Ist diese Ansicht, für welche an Goldpräparaten oft sehr sprechende Bilder sich finden, richtig, so wäre auch ein morphologisch durchgreifender Unterschied für die beiden physiologisch differenten Gattungen von Wurzelfasern gefunden.

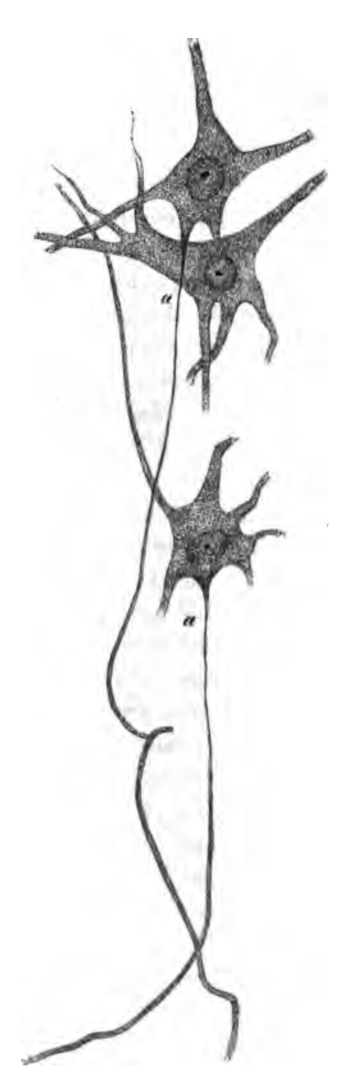


Fig. 225. Nervenzellen aus dem Längsschnitt eines mit Carminammoniak behandelten Kalbsrückenmarks. *a a*) Nervenfortsätze, die horizontal nach vorn verlaufen. Vergr. 150.

Ueber die zweite der vorliegenden Fragen rücksichtlich des weiteren Verhaltens der Protoplasmafortsätze liegt gleichfalls schon eine Beobachtung von Deiters *) vor, der die feinsten Verästelungen dieser Fortsätze bisweilen von einer dunkelrandigen doppelten Contour umgeben und dieselben in einzelnen Fällen selbst sich noch weiter theilen sah. Auf diese Beobachtung gestützt hält Deiters diese letzten Ausläufer der Protoplasmafortsätze für nicht verschieden von den Axencylindern der feinsten Nervenfäserchen und betrachtet dieselben als ein System von mit den Ganglienzellen in Verbindung stehenden Nervenbahnen. Wäre Deiters noch einen Schritt weiter gegangen, so hätte er zur Entdeckung des feinen Nervenfasernetzes der grauen Substanz gelangen müssen; allein

*) L. c. Pag. 65.

da er Carminammoniak bei Zerzupfungspräparaten gar nicht anwandte und die Goldmethode ihm noch unbekannt war, blieb ihm auch das Nervenfasernetz verborgen. Ich kann die angeführte Beobachtung von Deiters nur bestätigen, muss dieselbe aber dahin erweitern, dass die feinsten Verästelungen der Protoplasmafortsätze schliesslich sich an der Bildung des feinen Nervenfasernetzes betheiligen, das ich als einen wesentlichen Bestandtheil der grauen Substanz des Rückenmarks ansehe (vergl. Fig. 223). Die von Deiters schon beobachteten Theilungen feinster von einer dunkelrandigen doppelten Contour umgebener Protoplasmafortsätze sind eben Nichts anderes, als die Anfänge dieses Nervenfasernetzes. Die mit Nerven- und Protoplasmafortsätzen versehenen Zellen der grauen Substanz, hängen daher auf doppelte Weise mit nervösen faserigen Elementen des Rückenmarks zusammen einmal durch den Nervenfortsatz, welcher zur Axenfaser vorderer Wurzelröhren wird und dann durch die feinsten Verästelungen der Protoplasmafortsätze, welche zu Theilgliedern des feinen Nervenfasernetzes der grauen Substanz werden.

Die dritte der oben aufgestellten Fragen in Betreff des ausnahmslosen Vorkommens des Nervenfortsatzes an allen Ganglienzellen der grauen Substanz des Rückenmarks ist deshalb so schwierig, weil an Schnittpräparaten der Nervenfortsatz nur ausnahmsweise sichtbar ist, an Zerzupfungspräparaten der Einwurf aber immer nahe liegt, dass der Nervenfortsatz an der dünnen Stelle, welche ihn mit der Zelle verbindet, abgerissen sei. Dass Deiters seinen wichtigen Fund auf alle Ganglienzellen des Rückenmarks ausdehnte, war natürlich: hatte er ja den Nervenfortsatz an grossen und kleineren Zellen nachgewiesen: Deiters spricht sich daher über die Möglichkeit des Vorkommens nervenfortsatzloser Zellen gar nicht aus. Ich glaubte der Frage dadurch näher treten zu können, dass ich eine bestimmte Gruppe von Nervenzellen, die zu den mittelgrossen gehören und nahebei in der Mitte des Markes, also ziemlich gleichweit entfernt von der Eintrittsstelle der vorderen und hinteren Wurzeln in der grauen Substanz gelagert sind, auf diesen Punkt speciell untersuchte. Es ist dieses das schon erwähnte auf dem Brusttheil des Rückenmarks beschränkte Zellenlager, welches man Clarke'sche Säulen nennt. Da am frischen Rückenmark diese Zellengruppe nicht leicht zu finden ist, wählte ich Präparate, welche in Ammon. bichrom. ganz leicht und zwar nur soweit erhärtet waren, dass man gerade Querschnitte von denselben anfertigen konnte. Diese wurden mit Carminammoniak imbibirt und dann in Glycerin gelegt, worin sie bald jenen Grad von Weichheit erlangten, dass sie zur Anfertigung von Zerzupfungspräparaten geeignet waren. An derartig zubereiteten Rückenmarksschnitten konnte ich unter der Lupe mit Leichtigkeit an den grossen Zellen der Vorderhörner und auch an kleineren aus der Mittelparthie der grauen Substanz den Nervenfortsatz auf weitere Strecken isoliren. An den Nervenzellen der Clarke'schen Säulen gelang es mir dagegen niemals einen Nervenfortsatz aufzufinden. Da ich in der Darstellung der Nervenfortsätze eine

ziemliche Uebung besitze und dieselben, selbst wenn sie kurz abgerissen sind, nicht leicht übersehe, so glaube ich es als ziemlich sicher aussprechen zu können, dass nicht alle Ganglienzellen Nervenfortsätze besitzen. Demnach müssen wir in dem Rückenmark zwei morphologisch verschiedene Arten von Nervenzellen annehmen, von denen die einen direkt mit den vorderen Wurzelfasern und dem Nervenfasernetze der grauen Substanz, die anderen aber nur mit dem letzteren in Verbindung stehen.

Es liegt ausserordentlich nahe, diesen anatomisch scharf geschiedenen Nervenzellen des Rückenmarks auch eine verschiedene physiologische Bedeutung beizulegen, obgleich ich nicht verkenne, dass es immer eine missliche und sehr gewagte Sache ist, aus rein morphologischen Thatsachen physiologische Schlüsse zu ziehen. Auch können die gerade in dieser Beziehung an dem Rückenmark gemachten Versuche nicht zur Nachahmung auffordern. Jacubowitzsch*) übertrug bekanntlich das Bell'sche Gesetz, welches mit mehr, oder weniger Glück schon auf die Rückenmarksstränge angewandt worden war, auch auf die graue Substanz des Rückenmarks und nahm die grossen Zellen der Vorderhörner als motorische, die kleinen Zellen der Hinterhörner dagegen als sensible Elemente in Anspruch obgleich jedem halbwegs gebildeten Arzte die Thatsache bekannt ist, dass in dem von der Medulla oblongata getrennten Rückenmark weder die Bedingungen der willkürlichen Bewegung noch jene der Empfindung gegeben sind. In dem Rückenmark können daher weder Elementartheile liegen, welche den Impuls zur Bewegung geben noch solche, in welchen Empfindung gebildet wird. Von den verschiedenen centralen Thätigkeiten, welche dem Cerebrospinalorgan zukommen, sind in dem Rückenmark nur noch zwei vorhanden, die reflektorische und die automatische. Es ist daher sehr einladend, diese beiden verschiedenen Arten von centralen Leistungen sich an die beiden verschiedenen Arten von Zellen des Rückenmarks gebunden zu denken und zwar die jedenfalls wichtigere reflektorische an die auch reichlicher vorhandenen Zellen mit Nervenfortsätzen, die automatische dagegen an jene Zellen, welche nur Protoplasmafortsätze besitzen. Für diese Hypothese spricht ausser dem Umstand, dass die ersteren dieser Zellen, wie eben mehr als wahrscheinlich gemacht wurde, durch die Nervenfortsätze auf dem Wege der vorderen Wurzeln mit Muskeln in direkter Verbindung stehen, auch die Beobachtung von M. Schultze, nach welcher die Fibrillen, welche sowohl den Nervenfortsatz, wie die Protoplasmafortsätze dieser Zellen constituiren, in denselben nicht entspringen, sondern nur eine Umlagerung erfahren, ein Moment, das wenigstens von morphologischer Seite den bisjetzt noch völlig unbekannten Vorgang der Uebertragung des Erregungszustandes einer Nervenfaser auf eine andere, einigermassen verständlich macht.

Nachdem wir jetzt die Elementartheile der grauen Substanz kennen gelernt haben, erübrigt noch die einzelnen Partien derselben einer näheren Be-

*) Mittheilungen über den feineren Bau von Gehirn und Mark. Breslau 1857.

trachtung zu unterziehen. Der mediale Theil der grauen Rückenmarkssubstanz die sogenannte graue Commissur besteht aus mehreren histologisch verschiedenen Abtheilungen. Nicht ganz in der Mitte, sondern etwas weiter nach vorn findet sich der Centralkanal (Fig. 226 *c*), zunächst von Cylinderepithel ausgekleidet (Fig. 226 *d*), dessen Unterlage eine von Nervenfasern ziemlich freie Lage von Bindesubstanz bildet (Fig. 226 *e*). Vor derselben unmittelbar hinter der weissen Commissur (Fig. 226 *i*) erscheinen die vorderen der grauen Substanz angehörigen Commissurenfasern (Fig. 226 *h*), rechts und links, sowie hinter dem Centralkanal, breitet sich das feine Nervenfasernetz aus (Fig. 226 *f*), auf welches nach rückwärts die hinteren Commissurenfasern (Fig. 226 *g*) folgen, die in der Mittellinie unmittelbar an den Sulc. long. poster, mehr seitlich an die Hinterstränge (Fig. 226 *bb*) gränzen.

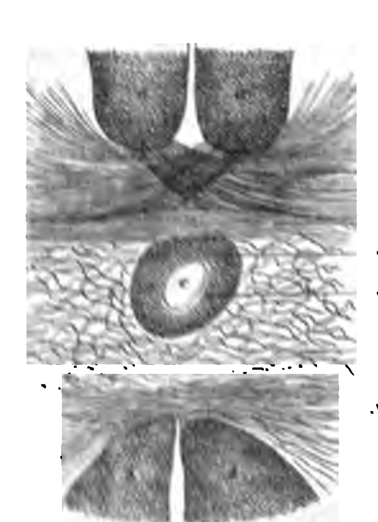


Fig. 226. Mediale Partie des Rückenmarksquerschnittes eines halbjährigen Kindes aus dem unteren Nackentheil mit Goldchloridkalium behandelt. Vergröss. 50. *aa*) Vorderstränge. *bb*) Hinterstränge. *c*) Centralkanal. *d*) Contour das Epithel des Centralkanals andeutend. *e*) Bindesubstanz in der Umgebung des Centralkanals. *f*) Nervenfasernetz um den Centralkanal. *g*) Hintere Querfasern der grauen Commissur. *h*) Vordere Querfasern der grauen Commissur. *i*) Kreuzung in der vorderen weissen Commissur.

Der Centralkanal, welcher in dem Nackentheil einen mehr querovalen, in dem Brusttheil einen runden, und in dem Lendentheil einen mehr herzblattförmigen Querschnitt besitzt, daher nicht an allen Stellen gleich weit ist, beginnt in der Rautengrube und fliesst bei dem Menschen, wie Stilling*) fand in dem Conus medullaris, wo er immer weiter nach hinten rückt, mit der hinteren Längsspalte zusammen. Derselbe ist nur bei Kindern und jugendlichen Individuen ganz mit Liq. cerebrospinalis gefüllt, bei älteren Personen ist er eingeengt und namentlich in dem Halstheil häufig obliterirt, oder besser verstopft und zwar durch epitheliale Zellenwucherungen, welche schon nach dem Eintritt der Pubertät zu beginnen scheinen, wenigstens fand ich Andeutungen davon schon in der Leiche eines 18 jährigen Mannes. Die innerste den Centralkanal unmittelbar umgebende Gewebelage bilden cylindrische Epithelzellen (Fig. 227 *b*), welche bei Kindern einen Flimmersaum tragen, der aber später verloren geht. An Chrompräparaten sieht man von den spitzen Enden dieser Zellen fadenförmige Anhänge abgehen, welche sich bisweilen bis in die faserige Bindesubstanz erstrecken. Den Raum zwischen diesen Anhängen nimmt eine

*) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1857.

äusserst fein granulirte Masse ein (Fig. 227 *d*), die ich für Bindesubstanz halte, welcher das feine aus elastischen Elementen bestehende Fasernetz fehlt. In dieser Masse und zwar zwischen den unteren Enden der Cylinderzellen finden sich mit etwas Protoplasma umgebene Zellenkerne (Fig. 227 *c*), welche bei fortschreitendem Alter zahlreicher werden und kaum eine andere Deutung, als in der Entwicklung begriffener Epithelialzellen zulassen. Unter der feingranulirten Substanz liegt ein äusserst engmaschiges Netz feiner Fasern, in welchem hie und da auch zellige Elemente vorkommen (Fig. 227 *a*). Ich betrachte dieses Gewebe als der Bindesubstanz angehörig, welche sich hier von der auch sonst in der grauen Substanz reichlich vertretenen Neuroglia nur dadurch unterscheidet, dass die netzförmig verbundenen Fasern, von denen früher nachgewiessen wurde, dass sie höchst wahrscheinlich als elastische aufzufassen sind, in grösserer Menge sich vorfinden. Diese eigenthümlich gestaltete Neuroglia, das sogenannte Ependyma des Centralkanals ist zu beiden Seiten und rückwärts von einem Netze feiner Nervenfasern umgeben, welches an Goldpräparaten oft ausserordentlich schön hervortritt und in das hie und da kleinere Nervenzellen eingeschaltet sind. Die Maschen dieses nervösen Netzes sind weiter, als an anderen Stellen der grauen Substanz, was auf einen grösseren Reichthum dieser Gegend an Bindesubstanz hinweisst. Hinter dem Nervenfasernetze, sowie unmittelbar vor dem Ependyma des Centralkanals verlaufen horizontal die Medianebene quer durchsetzend, Züge feiner Nervenfasern, welche beide Rückenmarkshälften verbinden und daher vordere und hintere Commissurenfasern der grauen Substanz genannt werden. Die hinteren, mit deren Bindesubstanz das Septum posterius der Pia mater in continuirlicher Verbindung steht, sind zahlreicher, als die vorderen; beide können aber an Goldpräparaten mit der grössten Sicherheit nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Experimentalphysiologie (Brown Sequard) machen es wahrscheinlich, dass diese feinen quer verlaufenden Fasern der hinteren grauen Commissur mit empfindenden Hirnstellen in Verbindung stehen, während die sich kreuzenden breiteren Fasern der vorderen weissen Commissur zu solchen Hirntheilen aufsteigen, von welchen der Antrieb der willkürlichen Bewegung ausgeht.

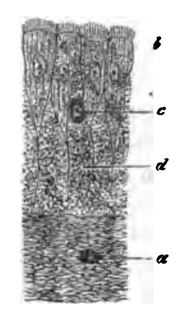


Fig. 227. Auskleidung des menschlichen Centralkanals. Vergr. 300. *a*) Faserige Bindesubstanz mit einem zelligen Element. *b*) Flimmernde Cylinderzellen mit fadenförmigen Anhängen. *c*) In der Entwicklung begriffene Flimmerzelle. *d*) Feinkörnige Substanz zwischen den fadenförmigen Anhängen der Flimmerzellen.

Die beiden Seitentheile der grauen Substanz des Rückenmarks stellen bekanntlich die Vorder- und Hinterhörner dar, welche aber durch keine scharfe Gränze von einander geschieden sind. Die Beschreibung wird daher durch die Annahme einer Mittelpartie, welche hinter den Vorderhörnern und vor den Hinterhörnern gelegen ist, wesentlich erleichtert. Die Vorderhörner sind durch die aus grossen Nervenzellen bestehenden Gruppen ausgezeichnet, von welchen

man in dem Nacken- und Lendentheil des Rückenmarks drei mehr, oder we-
niger scharf von einander gesonderte unterscheiden kann. Das grösste diese
Zellenlager, welches zugleich am weitesten nach hinten reicht, ist das lateral
(Fig. 217 *n*), das kleinste das mediale (Fig. 217 *p*) und etwas weniger grösser da
vordere (Fig. 217 *o*), welches nach aussen vor dem lateralen gelegen ist. I
den Vorderhörnern des Brusttheils, in welchen die Anzahl der Nervenzelle
beträchtlich geringer ist, fliessen diese Gruppen mehr, oder weniger zusam-
men. Ausserdem kommen in den Vorderhörnern noch vereinzelte grösser
und kleinere Nervenzellen vor, welche bestimmten Zellenlagern nicht ange-
hören. Die Vorderhörner sind ferner von breiteren, theils einzelnen, theils z
Bündeln vereinigten Nervenfasern durchzogen, welche als den vorderen Wur-
zeln angehörend sich mit den Nervenfortsätzen der Zellen verbinden, oder al
aus dem Nervenfasernetz sich entwickelnd in die Vorderstränge der andere
Hälfte, sowie in die Seitenstränge der gleichen Hälfte eintreten. Das Nerven-
fasernetz findet sich getragen von der Bindesubstanz, überall vor mit Aus-
nahme der unmittelbaren Umgebung der Nervenzellen, welche daher an Gold-

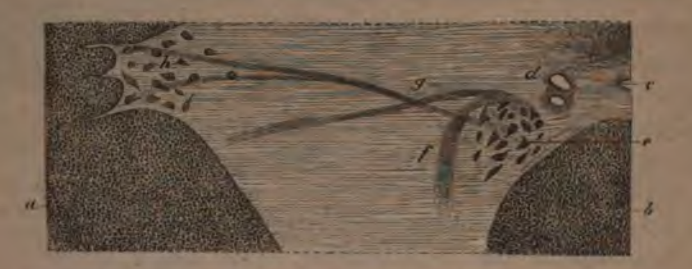


Fig. 228. Mittelpartie eines Rückenmarksquerschnitts des Kindes aus dem Dorsaltheil. Goldpräparat Vergr. 50. *a*) Seitenstrang. *b*) Hinterstrang. *c*) Hälfte des Centralkanals. *d*) Gefässdurchschnitte. *e*) Clarke-sche Säulen. *f*) Fasern die von den Clarke'schen Säulen nach hinten gehen. *g*) Kreutzung der nach aussen gehenden Faserbündel. *h*) Lateral gelegene grössere und kleinere Nervenzellen.

wie an Carminpräparaten, die entwässert und in Canadabalsam conservir
sind, immer einen ziemlich breiten hellen Hof zeigen, der wohl auf Rechnun
der ungefärbten und daher durchsichtigen Bindesubstanz kommt.

Die Mittelpartie beider Rückenmarkshälften enthält nur in dem Dorsaltheil
gesonderte Zellenlager; es sind dieses die schon öfter erwähnten Clarke'sche
Säulen, welche seitlich und etwas nach rückwärts von der grauen Commissu
liegen. Dieselben sind in der Mitte des Dorsalmarkes am stärksten entwickel
d. h. sie enthalten hier die grösste Anzahl mittelgrosser Nervenzellen. Gege
das Hals- wie Lendenmark mindern sich diese Zellen immer mehr und sin
beim Beginn der Nacken- und Lendenanschwellung ganz geschwunden. A
Goldpräparaten gelang es mir scharf gezeichnete Faserzüge aufzufinden, welch
mit diesem Zellenlager in näherer Beziehung stehen. Einmal gehen von de
vorderen Peripherie desselben zwei Faserzüge ab, von denen der eine, sic

umbiegend, nach hinten verläuft (Fig. 228 *f*), während der andere nach aussen an die Seitenstränge tritt, um sich auf diesem Wege mit einem dritten Faserbündel, das aus der Mitte der CLARKE'schen Zellengruppe hervorkommt und gleichfalls lateral verläuft, zu kreuzen (Fig. 228 *g*). Wenn auch nicht in allen Höhen des Dorsalmarkes die ganz gleiche Anordnung dieser Faserzüge sich findet, so kommen doch in dem ganzen Bereiche der CLARKE'schen Säulen rückwärts und auswärts verlaufende Faserbündel vor, über deren weiteres Verhalten mir jedoch keine Beobachtungen zu Gebote stehen; vielleicht treten die rückwärts gehenden in die hinteren Nervenwurzeln ein. Das übrige Gebiet der Mittelpartie verhält sich histologisch ähnlich wie die von Zellenlagern freien Theile der Vorderhörner, nur kommen nach hinten und einwärts schon in der grauen Substanz aufsteigende Fasern vor, von denen sich kleine Faserbündel bis in die graue Commissur erstrecken, wo sie die lateralen Partien der hinteren Querfasern durchsetzen. Nach aussen ist namentlich in dem Halsmark die Gränze zwischen grauer und weisser Substanz nicht scharf, wie anderwärts gezogen, sondern geschlossene Bündel der Seitenstränge greifen mehr oder weniger tief in das Gebiet der grauen Substanz ein, wodurch es zur Bildung der sogenannten Formatio reticularis kommt.

Die Hinterhörner zerfallen in zwei scharf von einander gesonderte Abtheilungen, in eine vordere (Fig. 221 *c*) und eine hintere, welche letztere durch ihr eigenthümlich lichtes schon dem unbewaffneten Auge kenntliches Aussehen seit lange unter dem Namen der Substantia gelatinosa von Rolando bekannt ist (Fig. 221 *d*). Dieselbe ist der an nervösen Elementen ärmste Theil der grauen Substanz und unterscheidet sich von anderen Partien dieser letzteren wesentlich dadurch, dass sie das feine Nervenfasernetz nicht besitzt; dagegen ist sie sehr reich an Bindesubstanz, welche aber hier gewisse Eigenthümlichkeiten zeigt. Von den drei Formbestandtheilen der Bindesubstanz, der fein granulirten Grundmasse, den zelligen Elementen und den feinen Fäserchen, welche ich den elastischen zuzähle, sind die letzteren ausserordentlich spärlich vorhanden, während die zelligen Elemente unter der Form von mit mehr oder weniger Protoplasma umgebenen Kernen sehr zahlreich vertreten sind. Dieses ist auch der Grund, weshalb an guten Carminpräparaten die Substantia gelatinosa nach dem Epithel des Centralkanals die intensivste Farbennüance zeigt. Die nervösen Elemente der Substantia gelatinosa sind auf dünne horizontal verlaufende Bündel von Nervenfasern beschränkt, welche theils von den hinteren Wurzeln, theils von den Hintersträngen kommen; dieselben durchziehen aber nur diese Substanz und zwar in der Mitte ziemlich gerade, seitlich aber mehr in bogenförmigen Linien, um in den vorderen mit einem Nervenfasernetz versehenen Theil der Hinterhörner einzutreten (Fig. 221 *d*). Was schliesslich die Gestaltverhältnisse der Substantia gelatinosa auf dem Querschnitt betrifft, so ist sie in dem Cervical- und Dorsalmark mehr länglich oval, in dem Lendenmark dagegen mehr kreisförmig. Dieselbe gränzt nach einwärts und theilweise auch nach hinten an die Hinterstränge und an

die hinteren Nervenwurzeln; aussen und zum Theile auch hinten ist sie von einem dünnen Streifen der mit einem Nervenfasernetz versehenen grauen Substanz der Hinterhörner umgeben, in welchem bisweilen selbst grössere Nervenzellen sich finden und unmittelbar vor derselben verlaufen der grauen Substanz angehörige Faserbündel in vertikaler Richtung (Fig. 221 *h* und Fig. 229 *d*).

Die vordere Abtheilung der Hinterhörner ist ausserordentlich reich an theils horizontal, theils vertikal verlaufenden Fasern; die ersteren sind ausge-



Fig. 229. Sagittaler Längsschnitt durch den Lendentheil des menschlichen Rückenmarks mit Goldchloridkalium behandelt. Vergr. 30. *a*) Vorderstränge. *b*) Vordere Nervenwurzeln die Vorderstränge schräg durchsetzend. *c*) Vorderhorn. *d*) Hinterhorn mit dem vor der Substantia gelatinosa vertikal aufsteigenden Faserbündel. *e*) Substantia gelatinosa von horizontal verlaufenden Faserbündeln durchzogen. *f*) Hinterstrang. *g*) Hintere Nervenwurzeln, wegen ihres seitlichen Eintritts quer durchschnitten.

zeichnet durch die hier besonders häufigen Theilungen und lassen sich theilweise ziemlich weit nach vorn bis in die Höhe des Centralcanals verfolgen. Die vertikalen Fasern steigen zum grösseren Theile in ein mächtiges Bündel vereinigt vor der Substantia gelatinosa in die Höhe (Fig. 221 *h*). Durch zahlreiche horizontal oder auch etwas schräg nach rückwärts verlaufende Faserzüge, deren Mehrzahl die Substantia gelatinosa durchsetzt, steht dieses vertikale Faserbündel mit den Hintersträngen und theilweise auch mit den hinteren Wurzelfasern in Verbindung. An recht gelungenen Goldpräparaten lassen sich aber auch nach vorn tretende Fasern beobachten, welche entweder von diesem vertikalen Faserbündel abgehen, oder sich mit demselben vereinigen. Ausser diesen zu einem Bündel vereinigten vertikalen Fasern kommen in den Hinterhörnern noch andere gleicher Richtung vor, welche mehr nach innen und weiter nach vorwärts gelagert, schon in die Mittelpartie der grauen Substanz

eingreifen. Die Nervenzellen der Hinterhörner gehören zu den kleineren und kleinsten, und sind nicht, wie in den Vorderhörnern zu Gruppen vereinigt, sondern liegen zerstreut in dem Theile der Hinterhörner, welcher von dem feinen nervösen Fasernetze, das sich hier ganz so, wie in den Vorderhörnern verhält, durchzogen ist.

Faserverlauf in dem Rückenmark.

Von einer genau detaillirten Beschreibung des Faserverlaufes in dem Rückenmark, dieser Grundlage der Physiologie des Organs, kann bei den uns bis jetzt zu Gebote stehenden Methoden und Hülfsmitteln der Untersuchung wohl kaum die Rede sein. Dagegen erlauben die vorliegenden Beobachtungen wenigstens den Entwurf einer Skizze, welche für die Verlaufsweise der durch die vorderen Wurzeln eintretenden Nervenfasern eine ziemlich sichere Unterlage hat, dagegen in Betreff des Verlaufes der durch die hinteren Wurzeln zu dem Rückenmark gelangenden Nervenfasern noch ziemlich lückenhaft und unbestimmt ist.

Die vorderen Wurzelfasern durchsetzen nach ihrem Eintritt in das Rückenmark schräg die weisse Substanz und sind als solche an der Bildung derselben vollkommen unbetheiligt; dagegen begeben sich dieselben direkt zur grauen Substanz der Vorderhörner und stehen durch die Nervenfortsätze in unmittelbarer Verbindung mit den hier gelegenen Nervenzellen, welche demnach als die Ursprungsstellen der vorderen Wurzelfasern in dem Rückenmark anzusehen sind. Die Protoplasmafortsätze dieser Nervenzellen bilden Theilglieder des feinen Nervenfasernetzes der grauen Substanz, aus welchem sich breitere Nervenfasern entwickeln, welche nach zwei Richtungen hin verlaufend, die graue Substanz verlassen, um in der weissen zu dem Gehirn aufzusteigen. In Folge dieses stetigen neuen Eintritts von Nervenfasern in die weisse Substanz muss dieselbe nothwendig in der Richtung von unten nach oben an Masse zunehmen. Rücksichtlich des Verlaufes der aus der grauen Substanz der Vorderhörner austretenden Nervenfasern sind mediale und laterale zu unterscheiden. Die medialen treten sofort in die vordere weisse Commissur ein, wo sie sich mit den gleichen Fasern der anderen Seite kreuzen, um in dem Vorderstrang der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte weiter nach oben zu verlaufen. Die lateralen Fasern begeben sich zu den Seitensträngen der gleichen Seite, in welchem sie zu dem Gehirn aufsteigen, um erst in der Decussatio pyramidum der Medulla oblongata gleichfalls einer Kreuzung zu unterliegen.

Die hinteren Nervenwurzeln treten horizontal in der Richtung von aussen nach der Medianlinie verlaufend in die weisse Substanz des Rückenmarks ein und scheiden sich schon hier in zwei Abtheilungen. Die laterale kleinere behält den horizontalen Verlauf bei und durchsetzt in feine und feinste Bündel gespalten in der oben angegebenen Weise die Substantia gelatinosa, um sich an der Bildung des unmittelbar vor der letzteren gelegenen vertikalen Faser-

bündels zu betheiligen, in welchem die Fasern theils auf, theils absteigend verlaufen. In diesem vertikalen Faserbündel verweilen jedoch die lateralen hinteren Wurzelfasern nicht sehr lange, sondern sie biegen nach vorn in die Horizontalebene um und gelangen so in den mit einem feinen Nervenfasernetz versehenen Theil der Hinterhörner.

Die mediale grössere Abtheilung der hinteren Wurzelfasern legt sich an den Theil der Hinterstränge, welcher die Substantia gelatinosa nach innen und hinten begränzt an und erhält hier umbiegend eine vertikale Richtung, um in den Hintersträngen eine grössere Strecke auf und vielleicht auch abwärts zu verlaufen. Diese medialen hinteren Wurzelfasern erleiden sodann eine nochmalige Biegung, in Folge deren sie wieder horizontal verlaufen und theils durch den medialen Theil der Substantia gelatinosa, theils an deren innerem Rande in die graue Substanz der Hinterhörner treten. Ueber die weitere Verlaufsweise der hinteren Wurzelfasern in der grauen Substanz ist es deshalb unmöglich positive Aufschlüsse zu erhalten, weil die bis jetzt bekannten Untersuchungsmethoden keine Hülfsmittel an die Hand geben, um hintere Wurzelfasern von solchen Nervenröhren zu unterscheiden, welche entweder in den vertikalen Faserbündeln der Hinterhörner, oder aus der grauen Substanz austretend in den Hintersträngen zu dem Gehirn aufsteigen. Die zahlreichen Theilungen, welche die in die Hinterhörner eintretenden hinteren Wurzelfasern sofort erleiden, deuten darauf hin, dass jedenfalls ein Theil derselben sich alsbald in das feine Nervenfasernetz der grauen Substanz der Hinterhörner auflöst. Daneben finden sich aber auch zahlreiche Fasern, die nach vorn und andere, welche mehr oder weniger wellig gewunden medianwärts verlaufen. Die ersteren kann man vielleicht zum Theil noch als hintere Wurzelfasern auffassen, welche erst weiter nach vorn in das nervöse Fasernetz eintreten, die letzteren dagegen werden zu Commissurenfasern, welche in der grauen Substanz vor und hinter dem Centralkanal die Medianebene durchsetzen. Nach meinem Dafürhalten sind diese in die hintere Commissur eintretenden Fasern nicht als den hinteren Wurzeln direkt angehörig zu betrachten, sondern als solche Fasern aufzufassen, welche nach rückwärts gehen, um entweder in den vertikalen Faserbündeln der grauen Substanz oder in den Hintersträngen nach dem Gehirn zu verlaufen. Ist diese Ansicht richtig und dafür sprechen analoge Verhältnisse in den Vorderhörnern, so liesse sich über den Verlauf der durch die hinteren Wurzeln eintretenden Nervenfasern in der grauen Substanz folgende Vorstellung gewinnen; »Ein Theil der hinteren Wurzelfasern löst sich sofort nach seinem Eintritt in die mit einem Nervennetz versehenen Theil der grauen Substanz in diesem Netze auf, ein anderer Theil geht weiter nach vorn und in dem Masse, als derselbe weiter nach vorn fortschreitet, betheiligen sich die Fasern unter fortwährenden Theilungen gleichfalls an der Bildung des Nervenfasernetzes. Dieses Netz, in welches gleichsam als Knotenpunkte grössere und kleinere Nervenzellen eingeschaltet sind, steht mit dem Netze der Vorderhörner in continuirlicher Verbindung. Aus demselben entwickeln sich

Nervenfasern, welche vor und hinter dem Centralkanal in der grauen Commissur die Medianebene überschreiten, dann sich nach rückwärts wenden, um theils in den vertikalen Faserbündeln der Hinterhörner, theils in den Hintersträngen, zwischen welchen beiden letzteren vielfache, bis jetzt aber noch unentwirrbare Beziehungen obwalten mögen, nach dem Gehirn aufzusteigen.« Diese Vorstellung schliesst eine totale Kreuzung der dem Rückenmark durch die hinteren Wurzeln zugeführten faserigen Elemente in diesem Organe ein; ob dieselbe in Wirklichkeit eine totale oder nur eine partielle in der Art sei, dass ein Theil der aus dem Nervennetze sich entwickelnden Fasern einfach nach rückwärts, ohne die Medianebene zu überschreiten, nach den Hintersträngen verliefe, lässt sich auf rein anatomischem Wege nicht entscheiden; allein sowohl pathologische Beobachtungen, wie die Experimentalergebnisse des in dieser Beziehung competentesten Forschers Brown Sequard sprechen entschieden für die totale Kreuzung.

Schliesslich sei noch gestattet zwei Punkte besonders hervorzuheben:

1) In die Leitungsverhältnisse der durch die hinteren Wurzeln eintretenden Nervenfasern greift die graue Substanz weit ausgiebiger ein, als in die jener, welche durch die vorderen Wurzeln dem Rückenmark zugeführt werden.

2) Der morphologisch fassbare Unterschied zwischen vorderen und hinteren Wurzelfasern besteht darin, dass de ersteren vermittelst der Nervenfortsätze direkt von Nervenzellen entspringen, während die letzteren nur indirekt durch das Nervenfasernetz mit den Protoplasmafortsätzen und auf diese Weise mit den Nervenzellen in Verbindung stehen.

Capitel XXXI.

Vom Gehirne der Säugethiere.

Von

Theodor Meynert

in Wien.

Ueberblick des Gehirnbaues.

Die Zusammensetzung des Gehirnes schliesst einerseits allorts eine ziemliche Einförmigkeit der Elementarformen, und anderseits die grösste Mannigfaltigkeit ihrer Gruppirung in sich ein. Da somit die Bedeutung der Elemente nur durch ihren speciellen Fundort bestimmt wird, so könnte eine rein histologische Darstellung nur einen geringen Beitrag zum Verständniss des Baues leisten. Unumgänglich müssen auch die näheren Organisationsverhältnisse der Gruppirung herbeigezogen, ja selbst die Stellung aller feineren Thatsachen zu den Massenverhältnissen im Auge behalten werden. Rechtfertigt sich hierdurch für die folgenden Blätter ein Hinausgreifen über streng histologische Thatsachen, so gestattet doch anderseits der Vorwurf einer Gewebelehre hierin nur eine andeutende Kürze, innerhalb welcher der eingehendere Freund des Gegenstandes auf die Quellen verwiesen wird.

Dient nun diese freiere Bewegung in der Breite des morphologischen Gebietes zu einer befriedigenderen Gestaltung des Gegenstandes, so wird sich noch der Leser für dessen Klarheit selber die ergiebigste Hilfe bieten können, wenn er die verwickelten Bahnen mittelst dreier unverrückt festgehaltener physiologischer Grundgedanken, die dem Bauplan des Gehirnes augenscheinlich zu Grunde liegen, begleitet und durchleuchten lässt.

1. Voran steht die Ertheilung eines functionellen Attributes an die Nervenzelle, nämlich: die Empfindungsfähigkeit. Unter Festhaltung des Umstandes, dass die Empfindungsfähigkeit nur unter begünstigenden Umständen zur thatsächlichen Empfindung wird, muss sie als ein allgemeines Attribut der Central-Nervenzelle zugelassen werden.

Die Resultate der physiologischen Forschung berechtigen uns bis jetzt noch nicht, den Empfindungsvorgang nur in einem bestimmten Abschnitte, z. B. nur in den Grosshirnlappen zu suchen. Bei dieser Sachlage muss noch die zwingende Thatsache berücksichtigt werden, dass sich als unteres Endglied der Wirbelthierreihe (Lanzetfischchen) ein nur mit dem Centralgrau des Rückenmarkes ausgestattetes Wesen findet, dem doch berechtigter Weise ein bewusstes thierisches Dasein nicht abzusprechen sein wird.

Dagegen ist von der Beilegung jeder weiteren Grundeigenschaft, wie etwa eines motorischen Prinzipes, an irgend welche Centralzellen abzusehen. Motorisch ist kein Organ als die Muskulatur, und wenn irgend ein Erregungszustand der Nervenzelle, der eben mit dem Empfindungsvorgang eins sein kann, Bahnen findet, um die Muskelkräfte auszulösen, so ist die Beziehung des Centralorgans zu den Bewegungen durch diese Veranstaltung befriedigend gedeckt, knüpfe sich nun die Bewegung an den Empfindungsreiz in zeitlicher Continuität oder Discontinuität und durchsetze die Leitungsbahn einfach den geraden Durchmesser des Rückenmarkes, oder sei sie durch eine unabsehbare Kette von Unterbrechungen entlang der conductorenartigen Bogen der Grosshirnlappen vermittelt.

Die 2. Voraussetzung ist das Bell'sche Gesetz, dahin erweitert, dass eine durch die Vermehrung und Gliederung in den Internodien der grauen Massen unbeirrte Fortsetzung der centripetal und centrifugal leitenden Bahnen bis in die obersten Centren der Gehirnorganisation eindringt, oder, consequenter aufgefasst, dort entspringt.

Die 3. Voraussetzung ist endlich die durchgreifende Herrschaft des Gesetzes der isolirten Leitung, dessen morphologischer Ausdruck die Faserung der weissen Substanz ist. Aber auch in den grauen Massen, die zweifellos eine Querleitung durch Anastomosen anbahnen, schlägt das Gesetz der isolirten Leitung noch mit bedingungsweiser Geltung durch. Auch hier noch findet es eine morphologische Ausprägung darin, dass die Nervenzellen in der Richtung des fortgesetzten Faserverlaufes axial gestreckt erscheinen.

Die Thatsachen führen hier zu der zwingenden Annahme, dass die Leitungswiderstände in der Richtung dieser Axe geringer als in dem grauen Fasernetze der Gangliensubstanz sind, worauf die Unverwüstlichkeit der isolirten Leitung beruht.

Ein erleichternder Ueberblick der Hauptlinien des Gehirnbaues lässt sich an durchsichtigen Abschnitten kleiner Säugethierhirne erlangen, welche bei schwacher Vergrösserung neben den Massenverhältnissen die Hauptrichtungen des inneren Gefüges erkennen lassen.

Die Nervenzellen bilden im Gehirne 4 Kategorien grauer Anhäufungen.

1. Die oberste Masse, welche das gesammte Gehirnmark aus sich entspringen lässt, ist das flächenhafte Grau der Grosshirnlappen, die Grosshirnrinde.

2. Das zweite Grau sind die im Allgemeinen klumpigen grauen Massen des Grosshirns, die man seit Gall als seine Ganglien bezeichnet;



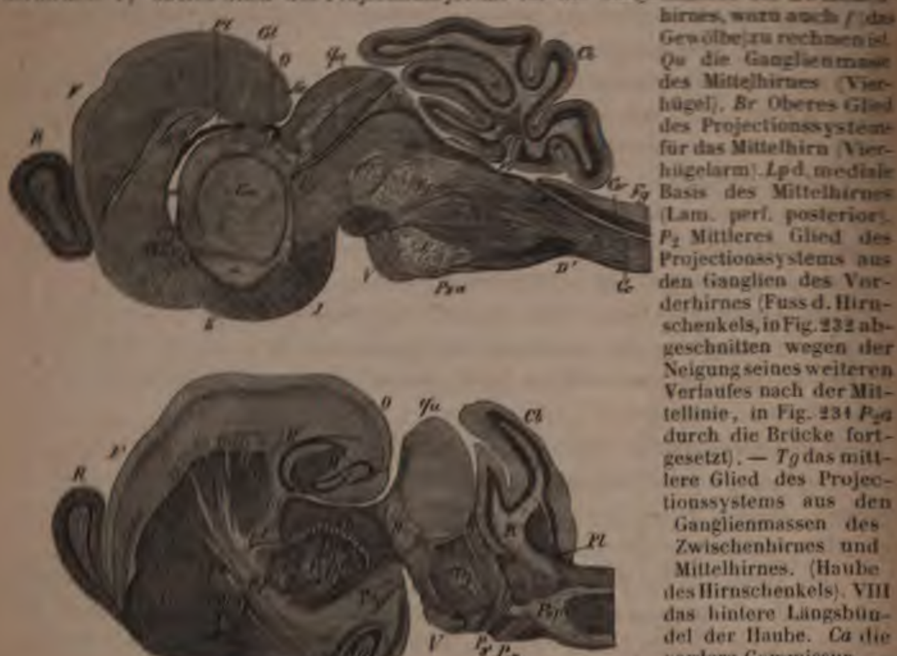


Fig. 230, 231 u. 232. Ein horizontaler und zwei sagittale Längsabschnitte durch das Gehirn von vespertilio pipistrella zur Versinnlichung der Grundzüge des Gehirnbaues. Gemeinsame Bezeichnungen: *F* der Stirntheil, *O* der Hinterhauptstheil, *Tp* der Schläfentheil des Grosshirnlappens oder Vorderhirnes. *R* der Riechlappen. *S* die durchsichtige Scheidewand. — *H* der Gyrus hippocampi mit *f.* dem Gewölbe. *T* der Balken, *as* fibrae propriae der Grosshirnrinde (Associationsbündel). *L* Vorder- und Hinterhorn des Seitenventrikels. — *Cs* — *Cl* Ganglienmasse des Vorderhirnes (Streifenhügel und Linsenkern). — *Th* Ganglienmasse des Zwischenhirnes (Sehhügel). — P_1 oberes Glied des Projectionssystems für die Ganglienmasse des Vorderhirnes. P_1' oberes Glied des Projectionssystems für die Ganglienmasse des Zwischenhirnes, wozu auch *f* (das Gewölbe) zu rechnen ist. *Qu* die Ganglienmasse des Mittelhirnes (Vierhügel). *Br* Oberes Glied des Projectionssystems für das Mittelhirn (Vierhügelarm). *Lpd.* mediale Basis des Mittelhirnes (Lam. perf. posterior). P_2 Mittleres Glied des Projectionssystems aus den Ganglien des Vorderhirnes (Fuss d. Hirnschenkels, in Fig. 232 abgeschnitten wegen der Neigung seines weiteren Verlaufes nach der Mittellinie, in Fig. 231 P_2a durch die Brücke fortgesetzt). — *Tg* das mittlere Glied des Projectionssystems aus den Ganglienmassen des Zwischenhirnes und Mittelhirnes. (Haube des Hirnschenkels). VIII das hintere Längsbündel der Haube. *Ca* die vordere Commissur. — *Cm* die weiche Commissur der Sehhügel. — *m* das centrale Höhlengrau des Zwischenhirnes (3. Ventrikel). — *J* der Trichter, *Ag* das centrale Höhlengrau des Mittelhirnes (um die Wasserleitung), *Gl* die Zirbel. — *Cp* die hintere

3. Das röhrenförmige Grau, der bleibende Ausdruck der genetischen Grundform des Gehirnes, welches vom Tuber cinereum bis zum conus medullaris des Rückenmarkes die Innenfläche des Centralorganes als centrales Höhlengrau beschlägt.

4. Das Kleinhirngrau, theils in flächenhafter Verbreitung, theils in zerstreuten Zellformationen und einerseits die oberflächlichen und tiefen grauen Massen des Kleinhirns selbst, andererseits graue Substanz innerhalb der vom Kleinhirnmark durchflochtenen Abschnitte des Grosshirnstammes darstellend.

Um sich den Gehirnbau schematisch zurechtzulegen, scheint der geeignetste Ausgangspunkt der zu sein, dass man die Bewusstseinsvorgänge als eine Leistung der Grosshirnlappen auffasst. Unter anderen Beweggründen spricht dafür noch der Umstand, dass die Sammlung aller Leitungsbahnen in dieser morphologischen Einheit mit der Sammlung und Verknüpfung aller Empfindungsvorgänge im Bewusstsein eine durchsichtige Deckung zulässt.

Zu diesem Umfassen der Leitungsbahnen erscheint die Form der Grosshirnrinde als eine das Gehirn von Aussen her bedeckende Kappe (Fig. 230, 231 u. 232 *F*, *O*, *Tp*, *R*, *H*) geeignet. Diese Gestalt resultirt aus der Gruppirung der die Rinde bevölkernden unzählbaren empfindenden Formelemente, der Nervenzellen. Die sensorischen Nerven sind ihre Fühlfäden, die motorischen gleichsam ihre Fangarme. Während das Convolut derselben grösstentheils das Hinterhauptloch passiren muss, um die Organe zu erreichen, ordnen sie sich zu einer strahlenförmigen Convergenz, welche im Hirnstamme und Rückenmarke immer gegen das centrale Höhlengrau gewendet ist. Nachdem aber auch dieses Höhlengrau von den centralen Nervenfäden durchsetzt ist, divergiren sie dann als das perifere Nervensystem in die volle Breite der körperlichen Organisation. Da nun diese Organisation nur den Contact der empfindenden Hohlkugel der Grosshirnrinde mit der in alle Bilder der Sinneseindrücke sich kleidenden Aussenwelt vermittelt, deren Bild sich gleichsam in die Hirnrinde projicirt, so verdient der besprochene grosse Antheil des Nervensystems den Namen des Projectionssystems, wobei an die Grosshirnrinde als an die Projectionsfläche, an die Aussenwelt als an das Projicirte zu denken ist (P_1 P_2 P_3).

Da die Massenbewegungen des eigenen Leibes die Quelle besonderer Arten von Empfindung (Bewegungsgefühle) sind, stellt derselbe auch einen

Commissur. — *Sc* der Querschlitz des grossen Gehirnes. — *Pl* plexus chorioideus. — *Cb* das kleine Gehirn. — *R* der Strickkörper. *V* die Varolsbrücke. — P_2a die Pyramidenbahn (Fortsetzung des Hirnschenkelfusses). — P_2r die Fortsetzung der Bahn der Haube im Projectionssystem der Brücke und Oblongata. — *Rb* Massendurchschnitt der Kleinhirnquerbündel. — *Z* der Durchschnitt des stratum zonale. — *D* die oberen Oliven. *C* anscheinende Commissur der oberen Oliven. — *D'* die untere Olive. — *Fr* das centrale Höhlengrau im Gebiete des Hinterhirnes und Nachhirnes als Rautengrube. — *Gr* das centrale Höhlengrau im Gebiete des Nachhirnes und Ruckenmarkes um den Centralcanal (*Cc*). — *Fg* der zarte Strang. — P_3 das untere Glied des Projectionssystems in Fig. 230 im Gebiete des Mittelhirnes als nervus oculomotorius, im Gebiete des Nachhirnes als nervus facialis, in Fig. 232 P_3' Quintus, P_3'' Facialis. *II* nerv. opticus.

Theil der projicirten Aussenwelt für das Gehirn dar. Die Muskulatur ist aber auch noch in anderem Sinne ein Projicirtes: durch die centralen und periferen Bahnen der Bewegungsnerven nämlich, längs welcher die Hirnrinde ihre durch Empfindungsnerven überkommenen Erregungszustände gleichsam wieder nach Aussen wirft.

In Fig. 1 stellt P_1 P_2 P_3 die aufeinanderfolgenden Glieder dieses mehrmals in grauen Massen unterbrochenen Projectionssystems dar. Dessen oberes Glied (P_1, P_1' u. *Br*) ist ein im Allgemeinen radiäres von der Rinde entspringendes Marksystem, welches sein peripheres Ende in dem Grau der 2. Kategorie, dem Gangliengrau erreicht, (Fig. 230, 231, 232 cs, *Th*, *Qu*). Aus den unterbrechenden Knotenpunkten der Ganglienmasse entwickelt sich das 2. Glied des Projectionssystems P_2 das Hirnschenkelsystem, welches sein peripheres Ende in dem Grau der 3. Kategorie, dem centralen Höhlengrau, findet. Das 3. Glied des Projectionssystems sind die Nerven, die ihren Ursprung in dem genannten centralen Höhlengrau finden, vom Ursprungsbette des 3. Gehirnnervenpaares im Grau des Aquaeductus Sylvii bis zu den Ursprungskernen des untersten Steissnerven im Rückenmark. Sie erreichen vielleicht ausnahmslos ihr peripheres Ende in bestimmten mikroskopischen Endorganen, welche bereits in mehreren Capiteln dieses Lehrbuches behandelt worden sind.

Das Verlaufsgebiet des 1. Gliedes vom Projectionssysteme sind die Grosshirnlappen, innerhalb deren ersichtlicher Weise es noch von zwei Markformationen begleitet wird, den Balkenfasern und den Bogensystemen.

Wenn das Projectionssystem den Contact der Rindenzelle mit der Aussenwelt vermittelte, so ist innerhalb der Grosshirnlappen in dreifacher Form ein Contact der Rindenkörper unter einander vermittelt, so dass der Theil des Protoplasma der Eizelle, aus dem sich die unzählbaren Hirnrindenzellen gebildet haben, sich wieder zu einer morphologischen Einheit verbindet, was sich nicht anders als durch eine Wiedervereinigung vorstellen lässt. Diese Ansicht wird am anschaulichsten begründet durch die mittlere Vereinigung der Balkenfasern im Foetalleben, nachdem sie die mediale Wand der Hemisphärenblasen durchbrochen haben. Die Balkenbündel (Fig. 230 und 231 *T*) vereinigen die identischen Rindengebiete beider Hälften der Grosshirnlappen.

Die differenten Rindengebiete einer und derselben Hälfte mögen allerdings continuirlich durch das graue Fasernetz der Fortsatzanastomosen verknüpft sein. Es ist aber der werthvollste Beweis für die auch hier nicht erlöschende Giltigkeit des Gesetzes der isolirten Leitung, dass ausserdem die Rindengebiete untereinander noch durch markhaltige Fasern, die Bündel der fibrae propriae, fibrae arcuatae zusammenhängen, welche (Fig. 230 u. 232 *aa*) eine die Innenfläche der Rinde continuirlich begleitende Schicht aus Bündeln von längern und kürzern Verlaufslängen darstellen. Weil der Verknüpfung der Rindenterritorien functionell eine Verknüpfung ihrer Erregungszustände

durch dieses Marksystem entsprechen muss, so verdienen seine Bündel in Hinblick auf ihre Bedeutung auch die Benennung Associationssysteme.

Eine 4. Kategorie von Markbündeln der Grosshirnlappen zielt auf eine Verknüpfung der Grosshirnrinde mit der Kleinhirnrinde hin und sammelt sich im Bindearm zu einer gesonderten, in der Brückenregion oberflächlich liegenden, Formation, welche aber der Mittelbarkeit ihres Verlaufes zwischen beiden Rindensubstanzen und des engen und langen Anschlusses an das Projectionssystem des Grosshirns wegen in dieser allgemeinen Uebersicht nicht wohl anschaulich gemacht, beziehungsweise gesondert werden kann.

Die unterhalb der Grosshirnlappen gelegenen grauen Massen sind (mit Ausschluss des centralen Höhlengrau bezüglich des 2. Punktes):

1. Unterbrechungsmassen des Projectionssystems, und
2. Reductionsgebiete für dessen Umfang, indem die grösstentheils in Form des Stabkranzes in die multiplen Massen der Grosshirnganglien eintretende Mächtigkeit seines ersten Gliedes allmählig bis auf den unansehnlichen Umfang der Rückenmarksstränge vermindert wird.

Die Reduction des Projectionssystems innerhalb seines Verlaufes unterhalb der Grosshirnlappen ist nicht nur eine solche bezüglich der allgemeinen Fasernsumme, sondern auch bezüglich der Zahl besonderer Verlaufsbündel, die innerhalb des Projectionssystems zu unterscheiden sind.

Das 1. Glied des Projectionssystems spaltet sich an der Eintrittsstelle in die Ganglien in so viel besondere Massen, als graue Herde der letztern zu unterscheiden sind. Von solchen besondern Massen macht Fig. 230—232 ersichtlich: den Streifenhügel und den Linsenkern (*Cs*), mit den Einstrahlungsmassen P_1, ferner den Sehhügel (*Th*) und den Vierhügel (*Qu*) mit den Einstrahlungsmassen P_1' und *Br*, dabei noch als gesondertes Verlaufsbündel das Gewölbe (*f*), das Projectionsbündel der Rinde für den vordern Höcker des Sehhügels. Zeigte also das obere Glied des Projectionssystemes eine Multiplicität von Endigungsbahnen, so reducirt sich das 2. Glied des Projectionssystems, der Hirnschenkel bereits nach seinem Austritt aus den Ganglienmassen auf die Duplicität einer vorderen und hinteren Bahn des Hirnstammes, den Fuss des Hirnschenkels (Fig. 230 und 232 P_2) und die Haube des Hirnschenkels (Fig. 231 u. 232 *Tg*), welche in die vordere (Fig. 231 $P_2 a$) und hintere Abtheilung (Fig. 230, 231, 232 $P_2 r$) der Brücke und Oblongata sich fortsetzen, um endlich als Markmantel der medulla spinalis in ein morphologisch einheitliches Gebiet überzugehen.

Die Gliederung des Projectionssystemes, seine Unterbrechung in den grauen Massen, vermittelt aber gewiss nicht bloss ein einfaches Uebertragen der Erregungszustände zwischen übereinander gelegenen Ganglienzellen, wie es etwa dem stufenweisen Eimerreichen auf einer Leiter analog wäre. Die

morphologische Bedeutung der Unterbrechungen geht vielmehr in den meisten Fällen erweislich dahin, dass die Schaltzellen ausser der zwar gegliederten, aber geraden Fortführung einer centripetalen oder centrifugalen Leitung noch Umbeugungen nach Centren hin vermitteln, die abseits von der directen Fortsetzung des Projectionssystemes gelegen sind.

Ein Beispiel hiefür giebt die vermöge unzähliger pathologisch anatomischer Erfahrungen centrifugale Leitungsbahn, welche aus der Gehirnrinde durch Streifenhügel und Linsenkern, Hirnschenkelfuss, Brücke und Pyramide des verlängerten Markes zu den vordern Rückenmarkswurzeln gelangt. (Fig. 230 und 232 P_1, Cs, P_2, Fig. 231 $P_2\,a$). Die Mächtigkeit des Hirnschenkelfusses über seinem Eintritt in die Brücke wird auf die Dünnheit seiner Fortsetzung im Projectionssystem als Pyramide dadurch reducirt, dass ein mächtiger Bündelantheil durch den Brückenarm in das K l e i n h i r n umbiegt und so die Bahn des Projectionssystemes verlässt.

Die gleichmässige Einstrahlung aus der Grosshirnrinde z. B. in den Linsenkern tritt demnach in diesem Ganglion an Zellen, aus welchen, wenn gleich eine Reduction der Fasern nebenhergeht, doch zwei sich späterhin trennende Bahnen entspringen, die eine in das Rückenmark, die andere in das Kleinhirn auslaufend.

Die Duplicität der Bahnen, auf welche das Projectionssystem im Hirnschenkel als Fuss und Haube reducirt zu werden beginnt, lässt eine naturgemässe Eintheilung ihrer Ursprungsganglien in die Ganglien des F u s s e s und die der H a u b e des Hirnschenkels zu. Von den erstern sind die wichtigsten der g e s c h w ä n z t e K e r n und der L i n s e n k e r n, von den letzteren der S e h h ü g e l, der V i e r h ü g e l und der innere K n i e h ö c k e r. Die Massenentwicklung der Bahn des Fusses mit seinen Ganglien und der Bahn der Haube mit ihren Ganglien bietet eine bedeutungsvolle und für die wechselnde Gestaltung der Säugethierhirne fundamentale Selbstständigkeit beider von einander dar. Nur die Bahn des Fusses vom Hirnschenkel steigt und fällt mit der Hemisphärenentwicklung, daher der Mensch z. B. den mächtigsten Linsenkern und Hirnschenkelfuss besitzt. Die Haube des Hirnschenkels mit ihren Ganglien, in erster Linie der Vierhügel und innere Kniehöcker dagegen sind um so mächtiger entwickelt, je mehr die Grosshirnlappen zurückbleiben. Daher das dürftige Verhältniss, in welchem bei dem grosshirnlappenarmen Gehirne der Fledermaus (Fig. 230, 231 u. 232 die Bahn des Fusses (P_2, $P_2\,a$) zu der der Haube (Tg u. $P_2\,r$) steht. Das wichtige pathologische Factum, dass Zerstörung der Ganglien des Hirnschenkelfusses volle Hemiplegie setzt und die gleich bedeutungsvolle experimental physiologische Beobachtung, dass auf äussere Anreize dennoch alle Bewegungsformen in technisch vollkommenem Ablauf vor Augen treten, wenn vom Säugethiergehirne zu oberst nur mehr die Ganglien der Haube übrig gelassen sind, zwingen zu der Voraussetung, dass die Massen des Thierleibes in einer zweimaligen P r o j e c t i o n: einmal durch den F u s s, einmal durch die H a u b e des H i r n s c h e n k e l s im Gehirne vertreten, dabei

aber nur durch den Fuss des Hirnschenkels in Abhängigkeit von dem Leben der Grosshirnlappen gesetzt sind.

Das Grau der 3. Kategorie, das centrale Höhlengrau, wurde bereits oben von den Beziehungen grauer Massen zu einer Reduction der Fasermasse des Projectionssystemes ausgeschlossen, es ist im Gegentheil das Centrum für eine reichliche Zunahme desselben, was sich in der heute allgemein anerkannten Thatsache ausprägt, dass die Faseranzahl der vom Rückenmark entspringenden Nervenwurzeln die Faseranzahl der Rückenmarkstränge so bedeutend übertrifft. Dieses Grau (Fig. 231) beginnt in der Region des Zwischenhirnes als Bekleidung der durch die mittlere Commissur (*Cm*) ringförmigen Höhle des 3. Ventrikels (*m*), die sich in das Lumen des Trichters (*I*) fortsetzt. Im Gebiete des Mittelhirnes umgibt es den Aquaeductus (*Ag*), breitet sich in dem des Hinterhirnes als Rautengrube (*Fr*) aus, um in der untern Hälfte der Oblongata, so wie im Rückenmark (*Gr*) den Centralcanal (*Cc*) einzuschliessen. Analog wie im Rückenmarke, entspringen auch die in Fig. 230 und 232 das 3. Glied des Projectionssystemes repräsentirenden Hirnnervenwurzeln (P_3) mit einer reicheren Fasersumme aus dem centralen Höhlengrau, als welche sie im Hirnschenkel repräsentirte. Dem oberflächlichen Eindruck nach, der sich aus Fig. 230 gewinnen lässt, unterläge das Fortschreiten der Reduction des Projectionssystemes innerhalb der Brücke und obern Hälfte der Oblongata einer in Vermehrung umschlagenden Schwankung, da der Massenumfang dieser Hirnabschnitte den des Hirnschenkels übertrifft. Diese Vermehrung der Masse leitet sich aber grösstentheils davon ab, dass hier unter Vermittlung von grauer Substanz, die wesentlich die Massenzunahme deckt, die dem Projectionssysteme beigemengten Antheile des Kleinhirnmarkes mittelst einer Durchflechtung des weiterziehenden Projectionssystemes sich abzweigen, und dem Kleinhirn zulaufen. Unterhalb dieses Vorgangs entspricht der rasch in das Rückenmarkscaliber abfallende Umfang der Oblongata einer Uebergangsformation des Gehirnbaues in den Rückenmarktypus. Gemäss dieser Uebersichtsdarstellung sondert sich die Beschreibung des Gehirnbaues in folgende natürliche Abschnitte: 1. Die Grosshirnlappen. 2. Der Fuss des Hirnschenkels mit seinen Ganglien. 3. Die Haube des Hirnschenkels mit ihren Ganglien. 4. Das Einflechtungsgebiet der Kleinhirnarme. 5. Das Kleinhirn. 6 Die Formation des Ueberganges in das Rückenmark.

1. Die Grosshirnlappen.

Die Grosshirnlappen machen beim Menschen 1100 Gramm von 1400 Gramm des gesammten Hirngewichtes aus. Vielleicht kann ihr Uebergewicht daraus verstanden werden, dass sie als wesentlicher Sitz der Erinnerungsbilder einen Antheil der Erregungszustände des ganzen Daseins als gleichzeitigen Inhalt einschliessen, während den Functionsinhalt anderer Gehirntheile nur die Erregungszustände des Momentes bilden.

[illegible] das Mark der [illegible] Hemisphären [illegible] desshalb müssen [illegible] um diese [illegible]

[illegible] gesammte Oberfläche [illegible] ist schild- [illegible] gewendet. [illegible] der Höhle im [illegible] Der Durch- [illegible] des Ringes [illegible] an dem Ring [illegible] hinteres grösseres [illegible] Halbringe zu unterscheiden. Der **hintere** Halbring bildet den um den Balken kreisenden **Gyrus fornicatus**, der vordere wird, indem er sich in einen nach hinten offenen Winkel auszieht, zum **Riechlappen**. Der Scheitel des Winkels schwillt zum bulbus olfactorius an, der innere und zugleich obere Schenkel desselben geht als **innere** Riechwindung in das Stirnende des Gyrus fornicatus, der aussere, zugleich untere Schenkel des Winkels dagegen geht als äussere Windung des Riechlappens in das Schläfenende des Gyrus fornicatus (die Hakenwindung) über. Zwischen beiden Schenkeln bildet eine von dünner Rindensubstanz überkleidete Basalfläche des Stirnhirnpols als lamina perforata anterior die Area des Riechdreiecks.

Indem nach Abzug des Riechlappens der Bildung der Hemisphäreninnenfläche ein nach vorn offener Halbring zu Grunde liegt, wird die **bogenförmige Grundgestalt** derselben verständlich.

Dieselbe **bogenförmige Grundgestalt** entwickelt sich in anderer Weise auch an der äussern schildförmigen ununterbrochenen Oberfläche des Hemisphärenbläschens. Ein Theil der convexen Wandung der Hemisphärenblase verlöthet sich mit der äussern Oberfläche eines in ihre Höhle vom Hirnstamm ein hineinragenden Ganglions, des **Linsenkerns** (Fig. 233 *L*), wobei der Umkreis dieser Verlöthung die einzige Stelle ist, an der Ganglienmasse und Hemisphärenblase sich ohne Markverbindung durch Projectionssysteme bloss [illegible] Diese Verlöthung, innerhalb der die Hemi- [illegible] Umgebung übersagt, zur [illegible] Rand der Hemisphären- [illegible] beim [illegible] Riechwindung [illegible]

gen zerfällt in einen obern Schenkel, den **Stirnlappen** (*F*), einen untern Schenkel, den **Schläfenlappen** (*T*), und einen **hintern** Scheitel, den **Hinterhauptlappen** (*O*).

Aus der convexen äussern Oberfläche des linsenförmigen Hemisphärenbläschens wird also ein Trugbogen, dessen Lumen der Blindsack der Sylvischen Grube bildet.

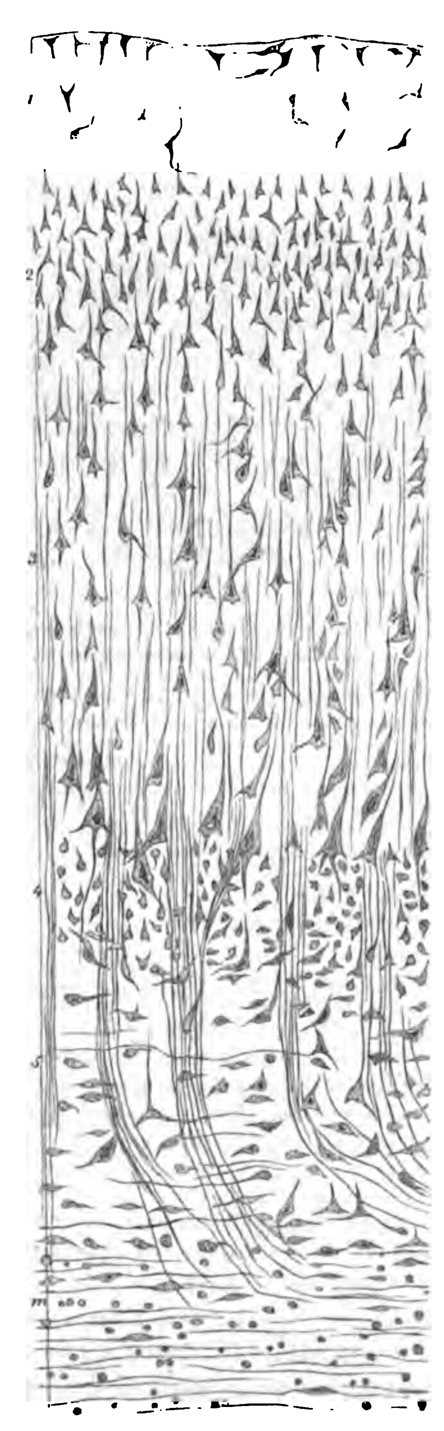
Die Ausdehnung des Grundes der Sylvischen Grube, der **Insel** ist ein Massstab für die höchsten Stufen der Gehirnentwicklung, weil sie eben von der Grösse des Linsenkernes abhängig ist, der in geradem Verhältniss zur Masse der Grosshirnlappen steht. Bemerkenswertherweise hängt dieser Rindenbezirk zugleich mit dem Sprachvermögen zusammen.



Fig. 233. **Sagittaler Abschnitt aus dem Gehirne von cercocebus cinomolgus** (etwas vergrössert). *F* das Stirnende. *O* das Hinterhauptende. *T* das Schläfenende. *R* die Grosshirnrinde. *Op* die Rinde des innern Blattes vom Klappdeckel, mit der Inselrinde die Oberspalte BURDACH's begränzend. *H* das Ammonshorn. *SH* Sulcus hypocampi. *L* das 3. Glied des Linsenkernes. *Cl* die Vormauer, *A* der Mandelkern. *Cs* der Schweif des Streifenhügels. *P* das Polster des Sehhügels. *G* äusserer Kniehöcker. *pr* fibrae propriae zweier Windungen. *arc* fasciculus arcuatus. *unc* fasciculus uncinatus. *lg* fasciculus longitudinalis inferior. *Ca* die vordere Commissur. *inf* das Unterhorn der Seitenkammer. P_1 oberes Glied des Projectionssystems.

Der bogenförmigen Grundform der convexen Fläche gemäss bilden sich durch secundäre, parallele Längsfurchen die 2—4 Urwindungen des Säugethierhirnes aus. (LEURET, HUSCHKE). Der Typus des Affen- (und Menschen-) Gehirnes zeigt deren drei, aber mit ausgesprochener Tendenz des äussersten zum Zerfall in zweie, und charakterisirt sich weiterhin 1. durch Unterbrechung des mittleren Bogens durch die zwei queren Centralwindungen, 2. durch die Verschmelzung des untern und mittlern Bogenzuges in der Scheitelgegend (BISCHOFF). Nur die Entwicklung der Windungen der Convexität steht im Verhältnisse zur Hemisphärenmasse und den höhern Richtungen der Hirnentwicklung. Der ganze Windungsbezirk des medialen Ringes hält nur mit dem Riechlappen Schritt. Während er beim Menschen und Affen, an die Innenfläche gedrängt, auch dort noch durchwegs vom äussern Bogenzug der convexen Fläche umgeben ist, drängt sich der gyrus fornicatus bei niedern Gehirnformen sowohl am Schläfenende, als am Stirnende an die Aussenfläche. Ja er bildet dort das ganze Stirnende der Grosshirnlappen, indem er vor einer dem Menschen fehlenden Querfurche (Fig. 238 *S*), die mit der Sichelspalte einen Sulcus cruciatus bildet (LEURET), sich hervordrängt, den Riechlappen bedeckend, so dass hinter dem Stirnbein des Menschen und Affen andere Hirntheile gelegen sind, als hinter dem der übrigen Säugethiere.

Innerhalb dieser Gestaltung der Grosshirnrinde scheint 1. ein **gemeinsamer Typus** der geweblichen Schichtung die Rinde der Convexität des Hemisphärenbogens und den Antheil des Gyrus fornicatus zu umfassen, der den medialen Balkendurchschnitt umkreist. Als besondere Typen sind aufzuführen:



2. der Typus der Hinterhauptspitze.

3. der Typus der Sylvischen Grube.

4. der Typus des Ammonshornes.

5. der Typus des bulbus olfactorius.

1. Der allgemeine oder fünfschichtige Typus der Grosshirnrinde.

In der ersten Schichte ist am vorwiegendsten der die grauen Substanzen des Gehirnes gemeinsam kennzeichnende, bei mässigen Vergrösserungen gleichmässig punctirte Gewebsboden vertreten, der von den Ganglienzellen in ungleicher Dichte bevölkert wird. Dieses Grundgewebe heisst bei Rokitansky Ependymformation, bei Virchow Neuroglia, bei Kölliker Bindesubstanz, bei Deiters schwammige Substanz, bei Henle, R. Wagner zusammengeflossene Ganglienzellenmasse; es wird gelegentlich seines Vorkommens im Riechlappen und Ammonshorn von Clarke gelatinöse, von Kupfer moleculare Substanz genannt. So wie Henle, wie Wagner, der die Schicht auch centrale Deckplatte nannte, hält auch Stilling dieses in der Kleinhirnrinde ganz identisch vorhandene Gewebe für Nervengewebe, er sieht lediglich einen Filz der mittelbarsten feinsten Nervenfortsätze darin.

Fig. 234. 1. Durchsichtiger Abschnitt aus einer Windungsfurche des 3. Stirnzuges vom Menschen (Vergrösserung 100). 1. Schichte der zerstreuten kleinen Rindenkörper. 2. Schichte der dichten kleinen pyramidalen Rindenkörper. 3. Schichte der grossen pyramidalen Rindenkörper (Ammonshornformation). 4. Schichte der kleinen dichten unregelmässigen Rindenkörper (körnerartige Formation). 5. Schichte der spindelförmigen Rindenkörper (Vormauerformation). *m* die Markleiste.

Da man hier consequenter Weise eine quantitative Abhängigkeit des Productes von den Producenten, den Nervenkörpern, die dasselbe ausspinnen, voraussetzen sollte, so spricht gegen eine solche Auffassung die vergleichend anatomische Thatsache, dass die Breite der 4 innern nervenkörperreichen Schichten der Rinde zur Breite der äussersten wesentlich aus diesem Gewebsgrund bestehenden (Fig. 234)[1] in der Säugethierreihe ganz wechselnde Verhältnisse zeigt. So bildet diese 1. Schichte beim Menschen nur $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{8}$, beim Kapuzineraffen $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{7}$, beim Hund $\frac{1}{6}$, bei der Katze $\frac{1}{5}$, der Fledermaus $\frac{1}{4}$, bei dem Kalb und Reh $\frac{1}{3}$ der gesammten Rindenbreite. Auch ihre absolute Breite von 0.25 Mm beim Menschen wird von 0.30 Mm der Fledermaus, 40 Mm des Kalbes und 50 Mm des Rehes übertroffen. Diese Thatsachen stimmen weit besser mit der Annahme: den Nervenelementen der Rinde sei eine nicht nervöse Grundsubstanz beigemengt, die bei den höchsten Formen der Gehirnorganisation durch das Ueberwiegen der eigentlich wirksamen Elemente wesentlich reducirt wird.

Die Natur dieses Grundgewebes, das sich vom nicht nervösen Antheil der weissen Substanz ähnlich wie im Rückenmarke unterscheidet, bedingt den Gewebscharacter der grauen Substanz. Die Nervenzellen allein reichen dazu nicht hin, zumal solche auch im Marke stellenweise sehr zahlreich vorkommen (Mark der Insel und der äussern Kapsel) ohne sich als graue Substanz auszuprägen. Die Nüance des Grau ist aber in der Grosshirnrinde allerdings (von dem Reichthum an Capillaren abgesehen) von der Anhäufung der Nervenkörper als der Pigmentträger abhängig, so dass Schichten, welche wie die 3. der Fig. 234 von ihnen dünner bevölkert sind, sich als mehr oder minder diffuse helle, concentrische Zwischenstreifen erkennen lassen.

Die nicht nervöse graue Substanz besteht aus einem diffusen und einem geformten Antheil. Der diffuse, in Carmin schwach imbibirbare Gewebsgrund zeigt eine vielleicht erst nach dem Tode hervortretende Trübung durch dunkle moleculare Pünktchen, welche noch neben den bei stärksten Vergrösserungen wahrnehmbaren Verästlungen feinster Fasern bestehen, und nicht ausschliesslich auf die Durchschnitte der letztern zurückzuführen sind. Deiters leitet in strenger Consequenz der Zellentheorie diese Grundsubstanz aus einer Abspaltung von zusammenfliessendem Protoplasma der Bildungszellen her, die wahrscheinlich in eine Zeit fiele, wo dieselben sich in nervöse und nicht nervöse Gebilde noch nicht geschieden haben. Als geformte Zellenaequivalente nimmt er in der Hirnrinde nur freie Kerne an. Doch muss ich auch hier die in dem verwandten Stroma der gelatinösen Substanz des Rückenmarks und der Oblongata von ihm erkannten, mit wenig Protoplasma und einer Fülle feinster verästigter Fortsätze versehenen

[1]) Die gezeichneten Präparate sind durchwegs theils nach Spiritushärtung, theils nach Härtung in 2% Lösung doppeltchromsauren Kali's mit Carmin imbibirt, nach Entwässerung in absolutem Alkohol mit Terpentin aufgehellt und in Damar-Firniss eingeschlossen. (Clarke's Methode.)

sternförmigen Zellen als sicheres Vorkommniss ansprechen, was zugleich den Vorstellungen Köllikers über diese Substanz entspricht. Ausserordentlich zart im gesunden Zustande (freie Kerne vorspiegelnd), dehnen sie sich unter pathologischen Verhältnissen zu grotesken Formen aus und zwar bei Behinderungen des Abflusses interstitiellen Serums in die durch Hyperaemie verengerten perivasculären Lymphräume, noch mehr aber bei Entartungen der Lymphdrüsen des Kopfes und Halses. Körperchen derselben Art sind es, die vom Ufer der perivasculären Räume aus die von Roth bemerkten brückenartigen Fäden über die Lücken weglaufen lassen. Demgemäss wird das Grundgewebe der grauen Substanz einerseits von einem Netzwerk aus Fortsätzen nicht nervöser Zellen durchzogen. Die Kerne derselben sind 9—10 μ gross. Auf der Oberfläche der ersten Rindenschichte findet sich ein sehr zarter Markbeleg aus nach allen Richtungen durchkreuzten feinsten varikösen Nervenfasern (Kölliker). Am Schnittpräparate bilden sie als solche keine erkennbare Schichte, wohl aber, wie Arndt bemerkt hat, kommt es zur Bildung eines schmutzig opaken, wenig imbibirbaren Saumes der obersten Rindenschicht durch die Gegenwart der Oberfläche parallelfaserigen Bindegewebes. Jener dünne Markhauch findet sich an der Hakenwindung zu dem weit stärkern Stratum reticulare entwickelt, und wird, wie dort entschieden der Fall ist, wohl überall von den gegen die Aussenfläche gerichteten Zellfortsätzen herzuleiten sein. In der ganzen Breite der äussersten Rindenschichte finden sich eckige unregelmässige Nervenkörper mit getheilten Fortsätzen zerstreut, welche durch das von Deiters mit Berechtigung aufgestellte Criterium eines auf den ersten Blick erkennbaren relativ ansehnlichen Protoplasma's sich als solche kennzeichnen.

Fasst man die bei eingehender Anschauung verfolgbare mehrfache Verästlung der Fortsätze und die mit Recht zu verallgemeinernden Fälle erwiesener Anastomosen (Arndt, Besser) zwischen Fortsätzen der Rindenzellen in das Auge, so wird man zur weitern Annahme eines in die graue Grundsubstanz eingebetteten nervösen Fasernetzes geleitet, das den dritten diffusen Formbestandtheil derselben bildet. Unter welchen Gesichtspunkten eine solche allgemeine anastomotische Verschmelzung im Ursprungsgebiet des Nervenmarkes sich mit der Thatsache der isolirten Leitung deckt, wurde pag. 695 erwähnt. Um die vorstehenden, auf das gemeine Wesen der grauen Hirnsubstanz bezüglichen Daten abzuschliessen, sei hier noch erwähnt, dass die Nervenkörper als im grauen Fasernetz scharf abgegränzte Elemente in der Grosshirnrinde spätestens schon im 5. Entwicklungsmonate vorhanden sind (Arndt). Sie sind unverkennbar als die bleibenden Elemente durch den Parallelismus ihrer Axen mit dem radiären Fasersystem ausgeprägt, der (Fig. 234, 3) für die Rindenstructur so kennzeichnend ist.

Trotz dieser Kenntniss der Zellen aus so frühen Stadien glaubt Arndt sich der Anschauung Bessers anschliessen zu können, dass zur Zeit der Geburt die Nervenkörper in einen Formübergang von Kernen mit uncontourirten

Reisernetzen zurückgefallen wären, und dass der centrale Theil dieses Reisernetzes sich letztlich gleichsam zu einem secundären Protoplasma ordne. Ich muss diese überraschende Angabe als gewiss nicht massgebenden Bildern entnommen ansehen. Denn es lässt sich an Schnittpräparaten der Grosshirnrinde Neugeborner die allgemeine Verbreitung der bestausgeprägten bleibenden Formen leicht und unverkennbar aufweisen.

Die Bildung differenter concentrischer Rindenschichten beruht 1. auf der verschiedenen Dichtigkeit in der Anordnung, und 2. auf der verschiedenen Form der Nervenkörper. Die von mehren Untersuchern (Luys, Arndt, Stephany) einzig wahrgenommene Pyramidenform (Fig. 235 *a*, *b*) der Nervenkörper ist die überwiegende innerhalb des 5schichtigen Typus und erfüllt (Fig. 234) in einer dicht gedrängten Anordnung kleiner Elemente von 10 μ Höhe seine zweite Schichte, mit weiter auseinanderrückenden und stetig nach innen bis zum Caliber von 40 μ Höhe wachsenden seine 3. Schichte. Erinnert man sich, dass der Ursprung der vordern Wurzeln des Rückenmarks in den Vorderhörnern an Elemente geknüpft war, die durch Schlankheit ihres Leibes, allmähligen Uebergang desselben in das Protoplasma der Fortsätze, grössere Zahl und Mächtigkeit der letztern von den aufgeblähten, mit wenigen dünnern Fortsätzen versehenen Ursprungszellen der hintern Wurzeln in den Interspinalganglien sich scharf unterschieden, so drängt sich eine Formverwandtschaft der Rindenpyramiden mit den erstern auf, die auch den Ursprungszellen aller motorischen Hirnnerven gemeinsam ist und die einen Analogie-Schluss auf die Bedeutung der Rindenpyramiden zuliesse. Die grössern Elemente der 3. Schichte verdienen, als die im Ammonshorn allein vorfindliche Bevölkerung den Namen: Ammonshornformation.

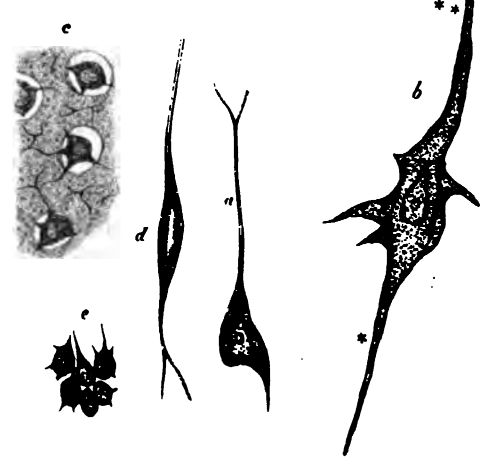


Fig. 235. *a* gewöhnliche verstümmelte Form der Pyramiden mit eckigem Kern und getheiltem Spitzenfortsatz. *b* Wahre Gestalt der Rindenkörper der 2. und 3. Schichte an einer grossen Zelle der Ammonshornformation mit eckigem Kern. ** der abgeschnittene Spitzenfortsatz, * der mittlere Basalfortsatz. *c* die Elemente der 4. Rindenschicht. *d* spindelförmiger Rindenkörper der 5. Schichte mit spindelförmigem Kerne. *e* die Elemente der sogenannten Körnerschichte der Kleinhirnrinde.

Die Gestalt einer einfachen Pyramide (Fig. 235 *a*) die am häufigsten vor Augen liegt, ist eine Trugform. Die wahre Gestalt (Fig. 235 *b*) ist die einer Spindel, deren Axe in der Richtung der radiären Projectionsfasern des Windungsmarkes liegt, die nach der Rindenoberfläche in einen mächtigen äussern, auch nach M. Schultze (Cap. III pag. 133) verästigten Fortsatz (Fig. 235 *a*) und nach dem Windungsmark zu in einen schlan-

keren inneren Fortsatz ausläuft, der, nach KOSCHEWNIKOFF unverästigt bleibend, den Axencylinderfortsatz im Sinne von REMAK, M. SCHULZE, DEITERS darstellen soll. Vom grössten Umfang der Spindel gehen seitliche verästelte Fortsätze in der Zahl von 5—7 ab, die, so wie der Spitzenfortsatz, erwiesener Massen Anastomosen eingehen. Hat man den Terminus Rindenpyramide im Auge, so verdienen die 3 Arten der Fortsätze die Namen 1. der Spitzenfortsatz, 2. der mittlere Basalfortsatz, 3. die eckständigen Basalfortsätze.

Der mittlere Basalfortsatz wird, weil er seltener zur Ansicht gelangt, von ARNDT beim Menschen für eine Monstrosität gehalten, während er ihn bei der Ratte und beim Schaf als constant gelten lässt. Er kommt eben darum seltener zur Ansicht, weil er als in das Mark eintretender Fortsatz von den Verlaufswinkeln der Bündel des letztern abhängig ist, die mit dem Spitzenfortsatz der Pyramiden keine gerade Linie bilden. Darum wird er in Schnittpräparaten, die man parallel dem durch die Spitzenfortsätze radiär gestreiften Rindenbruch anlegt, um so öfter abgekappt, je dicker die ganze Hemisphäre ist, je ferner das Ganglienende der Projectionsfaser von der Rinde liegt. Vielleicht verhindert die grössere Brüchigkeit, welche Axencylinderfortsätze auszeichnet, auch die öftere Wahrnehmung dieses Fortsatzes an Zupfpräparaten.

Die Nervenkörper der Grosshirnrinde sind hüllenlos und MAX SCHULZE hat den in Cap. III beschriebenen körnig faserigen Bau auch an ihrem Protoplasma wahrgenommen. Je jugendlicher ein Individuum und je physiologischere Zustände sich in seinem Gehirn erwarten lassen, um so seltener schliesst das Protoplasma der Pyramiden und auch der unten zu bespechenden Spindeln, wie nicht minder der unregelmässigen Körper der 1. Schichte runde oder ovale Kerne ein, sondern eckige Kerne von der Form des Protoplasma's, beziehungsweise pyramiden- und spindelförmige, welche in Spitzen auslaufen (Fig. 235 *a b*—*d*). Die Ecken und Spitzen erstrecken sich häufig in die Fortsätze, was die Ansicht ARNDT's, dass hier bläschenförmige Kerne vom Protoplasma nach seinem Modell gequetscht würden, nicht begünstigt. Vereinigt man die Angaben BEALE's über eine optisch dichtere, dem Kern anliegende Protoplasmaschicht mit den concentrisch nach den Fortsätzen convergirenden Richtungen der protoplasmatischen Fibrillen M. SCHULZE, so würde die Contourirung einer kleinern, ähnlichen, dichtern Pyramide und Spindel im Innern einer pyramiden- oder spindelförmigen Zelle in anschaulicher Weise begünstigt erscheinen. Als ein Antheil des Protoplasma würde dieser eckige Einschluss sich eben auch in das Protoplasma der Fortsätze erstrecken.

Ich bin übrigens, abgesehen von jeder Interpretation, von der Verbreitung eckiger, die Gestalt des Protoplasma nachahmender Kerne der Nervenzellen durch das ganze Centralorgan objectiv überzeugt, und hat Herr ERNST FLEISCHL mir auch Durchschnitte aus Fischrückenmarken gefälligst mitgetheilt, welche dieselben von mir im menschlichen Rückenmark bemerkten Kernformen enthielten.

Die Kernkörperchen erscheinen rund, funkelnd, an Carminpräparaten durch Contrastwirkung von einem blaugrünlichen Saum umgeben.

Dass in der Grosshirnrinde auch körnerartige und spindelförmige Gestal-

ten vorkommen, nahm schon BERLIN wahr. Ich habe gezeigt, dass diese Formen bei geringer Untermengung mit grössern pyramidalen Zellen den gesonderten Charakter einer 4. und 5. Schichte der Grosshirnrinde bedingen. Die Elemente der 4. Schicht (Fig. 235 *b*) sind unregelmässig 8—10 μ gross, seltener dreieckig oder den radiären Bündeln parallel gestreckt. Sie bilden eine gedrängtere Anordnung als die in der angränzenden 3. und 4. Schichte.

Sie mahnen an die Nervenkörper, welche die innere Körnerschicht der Retina und die gelatinöse Ursprungssubstanz der grossen Quintuswurzel bevölkern.

Die eigenthümlichen Elemente der 5. Schichte, die Spindeln von 30 μ Länge (Fig. 235 *d*) finden sich am unvermengtesten in der innern Hälfte dieser Schicht und von da aus auch noch in die Markleiste (*m*) verstreut. In der Kuppe eines Windungsdurchschnittes stehen diese Spindeln aufrecht den Pyramiden parallel, um die Furche zwischen zwei Windungen herum aber liegen sie quer (Fig. 234, 5), so dass die Pyramiden senkrecht auf sie stehen. So wie die Pyramiden in die fortgesetzte Verlaufslinie der Projectionsbündel fallen, so fallen die Spindeln der 5. Schichte durch ihre zweifache Stellung vollkommen in die Verlaufslinie der fibrae arcuatae, welche um die Furche zwischen zwei Windungen herum mit den Projectionsbündeln sich kreuzen, in der Kuppe der Windung aber in Parallelismus zu ihnen treten.

Daher lassen sich diese Spindelzellen als Schaltzellen des Associationssystemes auffassen. Sie verdienen auch den Namen Vormauerformation, weil, wie unten gezeigt wird, das Claustrum nur eine compacte Anhäufung von Zellen der innersten Rindenschichte darstellt.

Ihrer Spindelform wegen dürfen sie aber keineswegs als bipolare Zellen angesehen werden, denn sie entwickeln augenscheinlich auch Seitenfortsätze, die mir aber insgesammt der Rindenoberfläche zugewendet zu sein scheinen, so dass eine unmittelbare Verbindung dieser Zellen mit den Projectionssystemen des Markes nicht Statt finden wird.

Das Mark der Windungen sammelt sich schon innerhalb der Rinde etwa von der innern Hälfte der 3. Schichte an zu erkennbaren Radiärbündeln, deren Durchzug die Zellenmassen, wie Schnittpräparate zeigen, in säulenartige Anordnungen trennt. Theilung einer Markfaser in der Rinde (respective Zusammensetzung aus Fortsätzen zweier Zellen) habe ich einmal mit Bestimmtheit gesehen. Dagegen findet ein netzförmiges Zusammenhängen der Fasern im Windungsmarke, wie STILLING vom Kleinhirnmarke beschreibt, ganz bestimmt niemals Statt. So wie Radiärfasern, so finden sich auch schon in das Rindengrau fibrae arcuatae eingebettet, doch bleiben sie ein sparsames Vorkommniss, und eine Dichte der Anordnung, die sich für das freie Auge in Form der (durch Pigmentmangel erklärbaren) hellen concentrischen Linien ausprägen könnte (KÖLLIKER), habe ich nicht aufzufinden vermocht. Die Markfasern der Grosshirnlappen sind fein, nach KÖLLIKER von 2.6 — 6.7 μ im Durchmesser schwankend. Die Bindesubstanz des Markes besteht aus einem Reticulum grösserer mit gröbern Fortsätzen ausgestatteter Bindesub-

stanzzellen, die seltener als in der Rinde nur freie Kerne vorspiegeln. Sie sind den Markbündeln parallel gestreckt. Feinkörnige Grundsubstanz scheint im entwickelten Zustande zu fehlen, in der Entwicklungszeit ist sie aber vorhanden und bedingt wahrscheinlich das mehr graue als markige Ansehen des unreifen Gehirnes.

2. An der Hinterhauptspitze und innerhalb der ihr benachbarten Windungsfurche der medialen Fläche, welche, Sulcus hyppocampi genannt, mit einer convexen Kehrseite an der dünnen Innenwand des Hinterhornes als kleiner Seepferdefuss prominirt, herrscht ein abweichender Typus. Die Pyramide herrscht hier nicht vor, sondern die körnerartige Formation. Erstere bildet bei ziemlich gleichmässigem mittlerm Caliber nur eine (die 2.) Schicht, so dass die Formen der frühern 4. Schichte hier schon als 3. Schicht auftreten. Doch spaltet sich diese hier sehr mächtige und breite Formation durch Einschiebung zweier kahler (dünnbevölkerter) Zwischenkörnerschichten in eine aus fünf Schichten bestehende Zone, so dass die eine körnerartige Formation des frühern Typus dreimal wiederkehrt. Auf das innerste körnerartige Stratum folgen die Spindeln.

Diese Rindenform ist somit achtschichtig. Die beiden kahlen Zwischenkörnerschichten verschmelzen zu einem in diesem Gebiet unvergleichlich scharfen, vollkommen constanten durch Pigmentmangel weissen Streifen, mit welchem Eindruck die mittlere Körnerschicht ihrer Schmalheit wegen zusammenfliesst. In diesen zellarmen Gebieten finden sich einzeln stehend oder in seltenen kleinen Häufchen Pyramiden eines allergrössten, die Ammonshornformation um das Doppelte übertreffenden Calibers (Solitärzellen). Diesen Gewebstypus enthält das Affenhirn, hervorragend durch überwuchernde Ausbildung des Hinterhauptlappens in grösserer Ausbreitung, als das menschliche.

Die Formation der Hinterhauptspitze nahm Clarke zum Ausgangspunkt seiner Untersuchungen über die Gehirnrinde und beschreibt erkennbar die beiden kahlen Schichten. Da er aber gleich andern Autoren die körnerartige und spindelartig Formation nicht als besondere Gestaltungen unterscheidet, so verschmilzt er die äussere und innere Körnerformation mit den angränzenden Pyramiden und Spindeln, und zählt somit nur 6 Rindenschichten statt 8.

3. Im Typus der Sylvischen Grube gelangt die 3. Form der Rindezellen, die Spindel, zu überwiegender Entwicklung, und zwar in Form der Vormauer und des Mandelkernes. Die Vormauer kleidet als ein selbstständig gewordenes Blatt der innersten Rindenschichte, durch das dünne Markblatt der äussern Kapsel vom Linsenkern getrennt, (Fig. 233, 243 — 245 *Cl*) die Windungen der Insel aus und folgt fächerförmig verbogen ihrer Faltung.

Von den Rändern der Insel aus schlägt sie sich in den die Sylvische Grube umgebenden Rindenwall um, nach oben in den Klappdeckel, nach unten in die oberste Schläfenwindung. Zugleich erstreckt sie sich (wie Fig. 233 zeigt, klammerartig nach vorne in das Stirnende und das Schläfenende des die Sylvische Grube umgebenden Urwindungsbogens.

Der Blindsack der Sylvischen Grube und der ihn wallförmig einschliessende Trugbogen sind das formbildende Centrum der Convexität des Gehirnes, ein an allen Säugethierhirnen identisches, durch die Vormauer markirtes, zu einer Einheit zusammengeklammertes Gebiet. Es war daher nicht nur das unbestrittene Recht Leurets, als Entdeckers des gesetzmässigen Windungstypus, eine Terminologie zu schaffen, sondern auch der richtige Vorgang, mit der Zählung der Windungen von hier auszugehen. Der verdienstvolle Huschke folgte ihm. Diese Zählung führt nicht zu der Inconsequenz der seit Wagner beliebten Zählung der Windungen, die Einheit des durch die Vormauer markirten Windungsbogens in das terminologische Flickwerk eines 3. Stirnzugs mit einem 1. Schläfenzuge zu zerreissen, und andererseits, da in der Säugethierreihe die Zahl der Stirnwindungen zwischen 2 und 4 schwankt, den so markirten untersten Stirnzug mit wechselnden Zahlen zu belegen.

Die Vormauer zeigt an Frontaldurchschnitten des Gehirnes (Fig. 245 *Cl*) die Form eines verbogenen Kegels mit unterer Basis. Diese untere Verdickung erwächst zu der compactesten Massenanhäufung da, wo die Vormauer über den Fuss der Insel hinaus in den Schläfelappen eindringt. Dort gestaltet sich, die vordere Wand des Unterhornes (Fig. 233 inf.) bildend, aus den Elementen der Vormauer ein rundlicher Klumpen, der Mandelkern (Fig. 233 *A*), dessen Masse durch Uebergangshaufen, die man ebensogut zu ihm, wie zur Vormauer schlagen kann, in die Basis der letztern übergeht. Die ganze Spindelzellenformation, die, längs der Wände der Sylvischen Grube verbreitet, ihren untern Abschluss in der Amygdala findet, lässt sich unter dem Bilde eines parallel der Insel entfalteten Fächers mit (in den 1. Urwindungsbogen) umgekrämpten Rändern vor Augen halten, dessen Stil in eine Kugel, den Mandelkern, ausläuft.

Dass diese Formation nicht als »äusserer Streifenhügel« (Arnold) zu den Ganglien gehöre, geht aus ihrer unten auszuführenden Verknüpfung mit fibrae propriae der Hemisphäre hervor, die ja durch ihre ausschliessliche Verbindung mit Rindensubstanz characterisirt sind.

Die Continuität der Oberfläche der Hirnrinde, die den Mandelkern ununterbrochen deckt, verschmilzt ihn mit einer ihm ganz fremden Bildung zu einer täuschenden Formeinheit, nämlich mit dem Ammonshorne zum Haken des Gyrus fornicatus.

4. Die Ammonshornformation. Das Schläfenstück des Gyrus fornicatus, die Hakenwindung oder das Subiculum cornu Ammonis mit dem Ammonshorn ist nach dem pag. 702 Gesagten ein Theil des Abschnürungsringes der medialen Hemisphärenfläche, an dessen Lichtung die Rinde mit freiem Saum endet. Dieser freie Saum ist in der grössten Länge des Ammonshorns Sförmig eingerollt. Der Ausgangspunkt der Einrollung ist (Fig. 236) die Windung S, das Subiculum cornu Ammonis. Ihr liegt, zum Ausgangspunkt zurückgebogen, der freie Saum der medialen Rinde als fascia dentata Tarini (*Tar*) (der Schnabel des *S*) an. Zwischen Subiculum und fascia dentata liegt die Rindencontinuität der gerollten Schicht (stratum convolutum *cc*),

dessen erste (dem Subiculum nähere) mit dem Marke des Muldenblattes, alveus (A) überzogene Curvatur, plastisch erhoben, als Ammonshorn an der Innenwand des Unterhornes vorspringt. Das membranöse Mark des

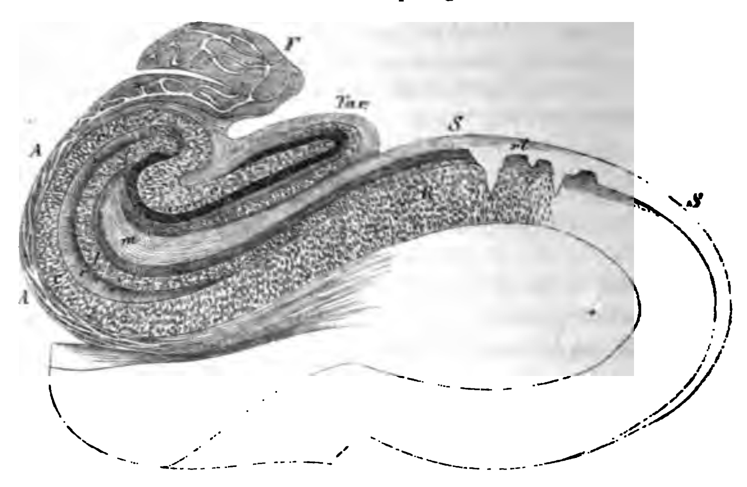
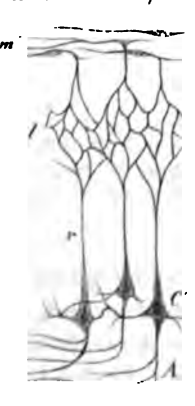


Fig. 236. Durchsichtiger Querabschnitt aus der Mitte der Länge des menschlichen Ammonshornes. 5 × S — Subiculum cornu Ammonis. — Tar. die fascia dentata Tarini. — F die Fimbria. — A das Muldenblatt. — cc das stratum convolutum mit den grossen pyramidalen Körpern. — r das stratum radiatum. — l das stratum lacunosum. — m das Kernblatt. — rt substantia reticularis. — arc. Stratum der gedrängten Nervenkörper in der fascia dentata. — R Rinde des Subiculum.

Muldenblattes sammelt sich in einen Strang (F), die Fimbria, der Hauptursprung des Gewölbes. Sie ist die dritte von den vier Längserhabenheiten des Ammonshornes, die hier im Querschnitt vorliegend, sich aus dem Vorgang der Einrollung morphologisch klar entwickeln. Das Subiculum gewinnt einen netzförmigen Markbeleg, welcher dem Markanflug aller übrigen Rinde analog ist, in Form der weit mächtigeren Substantia reticularis (Arnold) Fig. 236 rt.). Dieser Markbeleg entwickelt sich auch an dem der freien Oberfläche entsprechenden Gebiet des stratum involutum, welches, wie Fig. 236 ersichtlich darthut, in die Einrollungsfalte zwischen Subiculum und fascia dentata fällt, wo er das Kernblatt lamina medullaris (m) darstellt.



Diese einer transversalen Ebene angehörige Einrollung der Rinde im Ammonshorn kann ersichtlich das Bild einer

Fig. 237. Schema der gerollten Schichte des Ammonshornes mit dem Marke des Muldenblattes und des Kernblattes. m das Kernblatt mit sehr kleinen Nervenkorpern = Schichte 1 der fünfschichtigen Rinde. l Gebiet des stratum lacunosum mit einem Netze aus Pyramidenspitzenfortsatzen = der 2. Schichte. — r das stratum radiatum, die äussere Hälfte der 3. Schichte vertretend. — C die Pyramiden der gerollten Schichte = gleich der innern Hälfte der 3. Schichte der 5schichtigen Rinde. A das Muldenblatt = gleich dem Projectionssysteme des Windungsmarkes, das hier wegen Fehlens der körnerartigen und spindelförmigen Schichte sich unmittelbar an C anschliesst.

longitudinalen Umbiegung, der des Hakens nicht decken. Dessen Trugform entsteht dadurch, dass am vordersten Ende des Ammonshornes die in Fig. 236 Sförmige gerollte Schichte sich ausstreckt, und nur eine leichte wellenförmige Verbiegung beibehält, deren Wellenberge als die sogenannten Klauen (Digitationes) vorspringen. So gestreckt, überragt der freie Rand der gerollten Schichte (von innen gesehen) das Subiculum als Hakenspitze, während der vor das Ammonshorn geschobene Mandelkern (Fig. 233 *H*, *A*) den Contour zu der scheinbaren Umbeugung der Hakenwindung abrundet.

Das Ammonshorn ist aber nur bezüglich seiner gröbern Formen ein minder einfaches Gebilde als andere Windungen, bezüglich seiner geweblichen Schichtung, des Formenreichthums seiner Zellen ist es die einfachste der Grosshirnwindungen, ein defectes Gebilde, das einzig die pyramidalen Formen der übrigen Rinde einschliesst.

Schon die Rinde im Subiculum ist nur aus den kleinen und grossen Pyramiden zusammengesetzt. Während hier wegen Mangels der spindelförmigen Zellen die eine Form der centralen Verbindung der Associationssysteme fehlt, ist in der Substantia reticularis die andere Form der Verbindung, welche die Rindengebiete durch das anderorts dürftige Mark einer membrana alba involvens untereinander finden, gleichsam compensatorisch stärker entwickelt. Der äussere Contour der 2. Hirnrindenschichte erscheint darum lückenhaft (Fig. 236, *S—S*) durch das bündelweise Hindurchsetzen von hier selbst nach Arndt verästigten Spitzenfortsätzen grosser Pyramiden, die ihr Contigent zur formatio reticularis stellen. Die gerollte Schichte (*ccc*) im Innern des eigentlichen Ammonshornes besteht einzig aus den grössten Formen, also aus den Pyramiden der innern Hälfte der 3. Rindenschichte. Im Gebiete der fascia dentata endlich treten die kleinen Formen in einer diesem Gebilde eigenen dichten Aneinanderdrängung (stratum corporum nerveorum artorum) wieder auf, während sie in der übrigen Rinde mittlere Distanzen von 100 μ zwischen sich lassen. Dieser dichten Anordnung ist es zuzuschreiben, wenn Kupffer, Kölliker und Deiters, die sich deckenden zarten und dadurch verworren contourirten Protoplasmen übersehend, lediglich die hier immer bläschenförmigen Kerne bemerkten. Das von ihnen angenommene bindewebige stratum granulosum besteht also nicht und wurde auch von Arndt richtig als Nervenzellen aufgefasst. In die den Nervenkörpern nach defecte Schichtung des Ammonshornes zieht sich übrigens die volle Breite der nicht nervösen Grundsubstanz hinein und veranlasst die in Fig. 237 schematisch hingestellte (mit Fig. 236 zu vergleichende Schichtung. Man verfolge in Fig. 236 den äussern Contour der Rinde des Subiculum und man wird hiedurch auf das Kernblatt als die in die Einrollungsfalte einbezogene äusserste:

Die 1. Rindenschichte (*m*) geführt. Die kleinen zerstreuten Zellen dieser Schichte sind hier meist schwer zu erkennen und sind dem Faserflusse des Kernblattes parallel gestellt.

Die 2. Schichte, in der die kleinen Pyramiden fehlen, bildet ein stratum lacunosum (*l*), (stratum reticulare Kupffer's). Die in Fig. 236 *l* angedeuteten

Lücken sind ein dichtes Netz perivasculärer Räume um ein anastomotisches Strombett von Capillaren, in welchem die aus der pia mater hereingezogenen Gefässe des Kernblattes mit den von der Kammeroberfläche (vom Ependym aus) eindringenden Markgefässen des Muldenblattes (AA) sich vereinigen. In diese Schicht fällt die Zusammensetzung der Spitzenfortsätze der Pyramiden aus einem nervösen Netzwerk.

3. Der äussern Hälfte der 3. Rindenschichte, deren Pyramiden mittlern Calibers hier unvertreten sind, entspricht ein, wie KUPFFER bemerkte, durch die langen Pyramidenspitzenfortsätze parallel streifiges Gebiet (stratum radiatum).

Hierauf bilden die Pyramiden der innern Hälfte der 3. Schichte in vielen Lagen übereinander die eigentliche Ammonshornformation (c). Die um die Nervenkörper hervortretenden Lücken, die man einer Retraction der Bindesubstanz durch die Härtung der Präparate zuschreibt, sind an diesen grossen Formen besonders auffallend und werden von H. OBERSTEINER als pericelluläre Lymphbahnen aufgefasst, welche er injicirte, an Schnittpräparaten mit perivasculären Räumen communiciren und Körper einschliessen sah, die er als unentwickelte Formen lymphoider Elemente anspricht.

Die 4. u. 5. Schichte der übrigen Rinde ist im menschlichen Ammonshorn auch durch keine nicht nervöse Substanz, an Thieren (Katzen, Kaninchen) aber allerdings durch ein Stratum derselben (KUPFFERS Stratum moleculare) vertreten. So kommt es, dass der am Menschen unmittelbare Zusammenhang des Muldenblattes mit den Pyramiden, seiner durch das Stratum moleculare veranlassten Mittelbarkeit wegen KUPFFER entging. Das Muldenblatt (A) repräsentirt das der Ammonshornrinde zugehörige Mark und wird wie das übrige Marklager der Hemisphäre an seiner Oberfläche vom Epitel der Seitenkammer überzogen. Das Epitel der Riechlappenhöhle hat CLARKE als mit dem um den Centralkanal des Rückenmarkes identisches, als ein nach aussen in Fäden sich verlängerndes Pallisadenepitel beschrieben, dessen Fäden mit, einzig von STILLING als nervös angesprochenen, Körnern zusammenhängen. Ich halte diese Epitelform für allem Gehirnependym gemeinsam, und habe mich davon auch bezüglich der Streifenhügel-, Sehhügel- und Balkenoberfläche überzeugt, während schon GERLACH die Gegenwart von Cylinderepitel bis in die Wasserleitung constatirt hat. Für das von Andern gesehene Pflasterepitel der Ventrikel ist 1. die Ansicht in der Vogelperspective nicht entscheidend, 2. wird an feinen Profilschnitten das verschmächtigte Ende mit dem Faden ebenso leicht abgeschnitten, wie die Fortsätze von Nervenzellen. Die camera septi pellucidi ist ebenso epitellos, wie die mediale Fläche der Grosshirnlappen, von der sie ein Theil ist.

5. Die Formation des Bulbus olfactorius. Die vordere Bogenhälfte des medialen Abschnürungsringes der Hemisphäre ist der Riechlappen, beim Menschen unpassend nervus olfactorius genannt. Er stellt ein Divertikel des Rindensackes dar, ist wie der Grosshirnlappen hohl, und zwar com-

municirt seine Höhle mit der Seitenkammer (Fig. 238 *V*). Nach oben schlägt sich seine Rinde in die Gesammtrinde um, nach unten und hinten (gegen die lam. perfor. ant.) würde er unmittelbar einen Theil des freien Rindensaumes

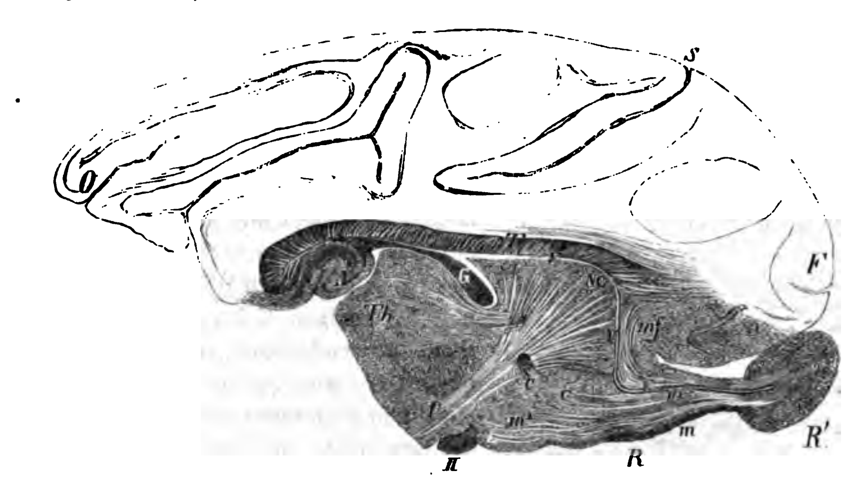


Fig. 238. Durchsichtiger sagittaler Abschnitt aus dem Gehirne des Hundes. *FO* der Grosshirnlappen. — *S* der Querschenkel des Sulcus cruciatus von LEURET. — *F* das vom Gyrus fornicatus gebildete Stirnhirn. — *R* der Riechlappen. — *R'* der bulbus des Riechlappens. — *VV* die Höhle des Riechlappens in Communication mit der Seitenkammer. — *Ce* der Antheil des Riechlappenmarkes, der in die vordere Commissur übergeht und der Querschnitt der vordern Commissur, der diesem Marke entgegenwächst. Die ganze Bahn beschreibt eine an einer kurzen Stelle abgekappte Curvatur nach aussen. *m* das Mark des bulbus olfactorius. — m' m_2 Mark des Riechlappens, welches in den nucleus caudatus eintritt. *L.* Basaltheil des nucleus caudatus (Gegend der vordern durchbohrten Platte). — *NC* Kopf des nucleus caudatus, bogenförmig in den Basaltheil übergehend. — *P* der Fuss des Hirnschenkels in Verbindung mit dem geschwänzten Korn. *Th* der Sehhügel, in Verbindung mit Bündeln, die aus der Rinde des Stirnhirns entspringen. *II* n. Opticus. — *G* Gewölbe. — *T* Balken. — *A* Ammonshorn. — *m. f.* in den Gyrus fornic. umgeschlagenes Riechlappenmark.

darstellen, verbreitete nicht die lamina perfor. ant. einen noch zu erwähnenden Beschlag von Rindensubstanz über die Basalfläche des nucleus caudatus. Der bulbus olfactorius bildet eine auf diesen kegelförmigen Rindenfortsatz aufgestülpte Kappe (Fig. 238 *R'*), von deren äusserer Fläche bekanntlich die Nerven der SCHNEIDER'schen Membran abgehen; von seiner hohlen Innenfläche geht ein ihm selbständig zugehörendes Mark aus, das die Vorderfläche des Riechlappens hautartig überzieht, sich entlang der äussern und innern Windung des Riechlappens spaltet und von der Basalansicht des menschlichen Riechlappens aus dessen irrthümliche Auffassung als Nerv veranlasste (*m*).

Zu beiden Seiten der vordern durchlöcherten Platte theilt sich der Riechlappen in die innere und äussere Riechwindung. Erstere fliesst mit dem Stirnende des Gyrus fornicatus zusammen, unter welchem sie eine Strecke weit als ein gesonderter Längswulst erkennbar ist (Fig. 241 *Rt'*). Letztere, die stärkere, verschmilzt mit dem Schläfenende des genannten Gyrus, dem Subiculum cornu Ammonis (Fig. 242 *Ra Sub*).

Der bulbus olfactorius, den Luys mit Berechtigung der Retina analog nimmt zunächst die in den Riechzellen perifer endigenden Büschel der Rie nerven als ein kurzes Projectionssystem auf, so wie die Retina sich mit noch kürzern Projectionssystem, näml den Verbindungsfäden zwischen d Stäbchen und Zapfen als Endorga und ihren nervösen Elementen als C tren verbindet.



Fig. 239. Durchsichtiger Abschnitt aus dem Riechlappen eines Affen (400 ×). *n* die Riechnervenschichte. *gl* die glomeruli olfactorii. — *r* die Rindensubstanz, deren Ganglienzellen innen am dichtesten stehen (stratum gelatinosum). *gr* Körnerschichten. — *m* Markschichten.

Diese Riechnerven (Fig. 239 *n*) g langen zu einem aus klumpigen Mas zusammengesetzten stratum glome losum (*gl*), dessen Glomeruli von kl nen kernartigen Zellen theils umgel theils durchsetzt sind, ferner gewund Gefässe enthalten, hauptsächlich aber einer fein granulirten Masse vom Ansel der Grundsubstanz der Gehirnrinde stehen. Diese von Leidig an einem Fi zuerst bemerkten Ursprungsklumpen Riechnerven können in ihrer wahren deutung nur am Menschen gewon werden (Fig. 240), wo die Bindesubst fehlt, welche den Glomerulus olfacto bei den Thieren zu seiner Mächtig aufbläht. Hier stellt sich die ganze dung als eine Aufknäuelung eines Rie nervenfadens unter Betheiligung ein schalteter Zellen dar. Die (wie sc bei der allgemeinen Formation der Ri und beim Ammonshorne hervortrat) menschlichen Gehirne typische Reduction (hier wohl der Ausfall) der ni nervösen Substanz begünstigt so eine Einsicht, die in den Riechlappen Thiere durch Aufblähung und Auseinanderdrängen der Curvaturen der Kná vereitelt war.

Die 3. Schichte, Clarke's Stratum gelatinosum (*r*), enthält im äuss Gebiete zerstreute, nach Innen zu dichter angeordnete theils spindelförm theils pyramidal erscheinende Nervenzellen, eingebettet in die Grundsubsta der Rinde. Das nun folgende Marklager des Bulbus zeigt einen concentrisch Wechsel reiner Markschichten mit dicht eingestreuten kleinen, den Purkinj schen Körnern des Kleinhirnes sehr ähnlichen Nervenzellen: Strata granulo und medullaria (*gr*, *m*). Diese kleinen unregelmässigen Nervenzellen si vielleicht nur eine im Kaliber verschiedene Variation der Körnerschichten d Retina und der Elemente der 4. Schichte der gesammten Grosshirnrinde.

Die Rinde des Riechlappens ausser dem Bulbus ist noch nicht mit monographischer Sorgfalt durchforscht. Sie scheint aus einer einzigen Form grosser Zellen (vielleicht wie das Ammonshorn) zusammengesetzt zu sein.

Die mit dem Riechlappen Schritt haltende bedeutendere Entwicklung der Bogenwindung prägt sich auch in einer Zunahme des Ammonshornes aus, welches sich unter dem Balkensplenium horizontal nach vorne erstreckt (Fig. 238, 241, 242 *A* und *Ah*), den Sehhügel bedeckend, während es beim Menschen erst hinter diesen Organen beginnt. Diese Fülle der Entwicklung lässt beide Ammonshörner in der Mittellinie miteinander verschmelzen und ebenso das Gewölbe in der Verlaufslänge seines Körpers. Ebenso abhängig von der Entwicklung des Riechlappens verdicken sich auch die Septa pellucida und verwachsen unter Verschwinden ihrer sogenannten Kammer mit ihren medialen Flächen. Letztere Verschmelzung findet sich sogar noch bei den Affen, so dass (ich weiss nicht ob mit Ausnahme der Primaten) einzig die Hemisphären des Menschen lediglich durch Balken und vordere Commissur zusammenhängen.

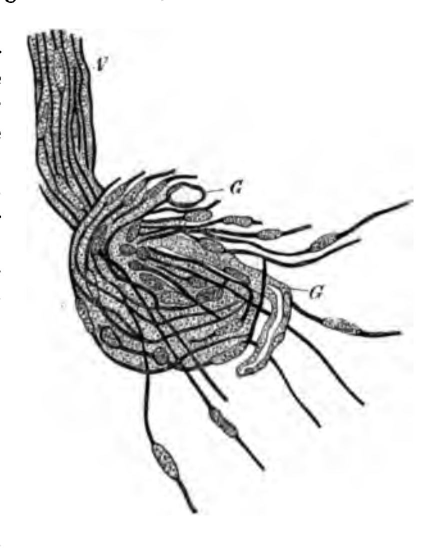


Fig. 240. Ein Glomerulus olfactorius des Menschen. *N* der eintretende Riechnerv. *G* Gefässe. (600 ×).

Diese Rindensubstanzen geben dem gesammten Mark der Grosshirnlappen den Ursprung. Eine zusammenhängende Darstellung desselben an durchsichtigen Abschnitten des Gehirnes ist heute noch nicht im Entferntesten durchgeführt. Die Thatsachen, welche heute auf diesem Wege ersichtlich zu machen sind, erschöpfen sich in den nachfolgenden Bemerkungen.

Die im Allgemeinen zu unterscheidenden Marksysteme wurden schon in der Einleitung dieses Capitels grösstentheils aufgeführt. Sie sind: 1) die Fibrae arcuatae oder Associationssysteme, 2) das Balkensystem, 3) Bündel, die in das Mark des kleinen Gehirnes übergehen, 4) die Projectionssysteme, 5) die vordere Commissur.

In Fig. 233 gibt *pr* eine Stichprobe der guirlandenartigen Verknüpfung zweier benachbarter Windungen durch um die Windungsfurche gelegte fibrae propriae. In *arc* stellen sich Bündel dar, deren Fluss parallel der Längsaxe des Grosshirnlappens vom Hinterhaupt gegen das Stirnende der Hemisphäre gerichtet ist. Sie gehören dem grossen System des Fasciculus arcuatus an, der die entlegensten Provinzen der Rinde der Convexität mit einander verknüpft. Antheile seiner Bündel durchlaufen zugleich die obersten Regionen der Vormauer.

Weiterhin zeigen sich in *unc* die Bündel des Fasciculus uncinatus, welcher das Stirn- und Schläfenende des Grosshirnlappens auf kürzester mit einander verknüpft, concentrisch eingeschlossen von dem weiter

den der Fasciculus arcuatus, alle Stationen zwischen denselben Endpunkte verknüpfend, durchmisst. Der Fasc. uncinatus durchzieht in der breitesten Durchsetzung die Masse der Vormauer und wohl auch des Mandelkerns. An den vordern strang- und hakenförmigen Theil schliessen sich flächenhafte, der Ausbreitung der Vormauer folgende Gebiete von Associationsbündeln in unmittelbarem Anschluss an, einen wesentlichen Antheil im Mark der Insel und äussern Kapsel darstellend, und dort die Spindelzellen der Vormauerformation einschliessend, sowie die fibrae arcuatae längs der ganzen Rinde mit derselben Formation sich verbinden. Nur entspricht hier einer besonders reichlichen Anhäufung von Associationssystemen die selbständige Entwicklung der innersten Rindenschicht zu einem besondern Organ.



Fig. 241. Durchsichtiger sagittaler Abschnitt innerhalb der Breite der innern Riechwindung unweit der innern Oberfläche aus dem Gehirne des Meerschweinchens. *F* das Stirnende. *O* das Hinterhauptende des Grosshirnlappens. *RR* Rinde. *BB* deren äusserstes Stratum. *S* Durchschnitt einer Windungsfurche. *Bl* der Balken. ┼┼┼ Durchbruch des Balkenquerschnittes durch Associationssysteme der Rinde des Riechlappens und des Gyrus fornicatus. *Sp* oberflächliches Mark der innern Riechwindung. *m* Bündel des Gyrus fornicatus. *Ah* das Ammonshorn. *L* Bündel seiner formatio reticularis, die in den nerv. Lancisii übergehen. *G* das Gewölbe. *P* das Septum pellucidum. *St* Pedunculus septi. *J* Fortsetzung der Streifenhügelmasse in das Septum nach innen von der Lamina perforata anterior. *C* vordere Commissur. *I* Hirnkammer. Z Zirbel. Z' das Ganglion der habenula. *m'* Durchschnitt des Vierhügelmarkes, der sich in die hintere Commissur und die Zirbel fortsetzt. *A* die Wasserleitung. *Th* Sehhügel. *ma* das corpus candicanus. *Cx* Hirnstamm. *I* das aus dem Ganglion des Zirbelstils stammende Haubenbündel. *III* nerv. oculomotorius. 8 das hintere Längsbündel. *Br* Kreuzungsstelle der Bindearme. *Rl* der Riechlappen. *Rl'* Fortsetzung der Rinde der innern Riechwindung unter dem Stirnende des Gyrus fomicatus.

In *lg* jener Figur zeigen sich weiterhin Bündel, die als **fasciculus longitudinalis inferior** von der Hinterhauptspitze gegen die Schläfenspitzen der Hemisphären gerichtet sind. Längs der medialen Fläche umzieht bekanntlich das Mark des Gyrus fornicatus bogenförmig den Balken vom Stirnende bis zum Schläfenende der Grosshirnlappen, als das Pendant des fasciculus arcua-

itus der Convexität für die Rinde der innern Fläche. Ihm gehört die kurze Markstrecke *m* in Fig. 241 an.

Zu den fibrae arcuatae gehört, wie schon Gratiolet richtig würdigte, auch ein Theil des Riechlappenmarkes, indem, sowie die Rinde der äusseren und inneren Riechwindung mit den beiden Enden des Gyrus fornicatus verschmilzt, so auch das Mark derselben in das Mark des letzteren übergeht. Zunächst sind es die langen, als nervus Lancisii den Balken unmittelbar deckenden untersten Bündel des Markes der Bogenwindung, welche nach rückwärts mit der substantia reticularis und dem Kernblatt des Ammonshorns, nach vorne aber mit dem Grau der innern Riechwindung zusammenhängend, diese beiden Rindenbezirke verknüpfen. Ausserdem ist die innere Fläche des septum pellucidum noch von longitudinalen Bündeln bedeckt, welche aus der innern Riechwindung stammen, aus der sie theils durch das Balkenknie, theils unter ihm verlaufen und Körper und Splenium durchsetzend in die verschiedensten Verlaufslängen der Bogenwindung eintreten. Vielleicht verbinden sie sich mit den parallelen Spindelzellen des Septums (Fig. 241 *L*, *Rt'*, †††, *m*, *Bl P*.)

Das oberflächliche und das tiefliegende Mark der äusseren Riechwindungen fliesst einerseits mit der substantia reticularis der Hakenwindung (Fig. 242 *m ret*), andererseits mit der eigentlichen Markleiste derselben zusammen, welche zwischen der Rinde des Hakens und dem Mandelkern ein nicht sehr mächtiges Blatt bildet (Fig. 242 $m^2 + mf$). Auf diesem Wege wächst ein Fortsatz der Vormauer in das Mark der äussern Riechwindung hinein, durch dessen Spindelzellen dasselbe mit den weitgreifenden Associationssystemen der Sylvischen Grube in Verbindung tritt (Fig. 242 *m' Cl*).

Ueber das Balkensystem stellt die microscopische Analyse am Querschnitte kleiner Säugethierhirne, von denen Oellacher nach dieser Richtung die Fledermaus eingehend untersuchte, die Berechtigung der Ansicht Arnold's heraus, dass es lediglich aus Commissurenfasern zwischen identischen Bezirken der beiderseitigen Rinden, nicht wie Foville wollte, aus gekreuzten, in die Ganglien eintretenden Projectionsbündeln bestehe. Ebenso ergibt sich, dass es nicht, wie Burdach glaubte, eigene Windungsbezirke für sich, sondern alle in Gemeinschaft mit den Projectionssystemen versorgt. Dabei durchkreuzen sich die Bündel des Balkens und die Projectionsbündel auf das mannigfachste (Arnold, Reichert). Das Balkensplenium ist durch Umbeugung nach unten zweiblätterig (Fig. 241), nicht ein massiver Wulst, und beide Blätter lassen, indem sie sich im Laufe nach den Schläfenlappen nicht aneinanderlegen, die Kluft des Hinter- und Unterhornes zwischen sich entstehen (Luys). Dabei bildet das obere Blatt des Spleniums als Tapetum die äussere Höhlenwand (Reil), (Fig. 243 *T*). Die vielfältige und zierliche Durchflechtung der Balkenmasse durch fremdartige Bündel lässt sich microscopisch sicherstellen mit vollkommenem Ausschluss einer Verwechslung mit Bindegewebe oder Gefässbahnen (Fig. 241). Daran betheiligen sich auch

[illegible] wie schon Arnold angab, aus dem [illegible] [illegible] zum Gewölbe tretende Bunde, welche sich über [illegible] des Septum pellucidum flächenhaft verbreitet. Fig. 234 G.

Die Hauptmasse des Projectionssystemes [illegible] sowohl von der convexen, als von der medialen Oberfläche [illegible]



Fig. 234. Durchschnitt [illegible] [illegible] Gehirns des [illegible] [illegible] Stirnende [illegible] [illegible] Bündel des Balkens [illegible] [illegible] Das [illegible] äussern Grenz- [illegible] oberflächliche [illegible] [illegible] Verschmelzung [illegible] Substantia reticularis [illegible] [illegible] Hemisphärenanth[eil] [illegible] Thalamus opticus [illegible] Rindensubstanz entspringenden und endigen- [illegible]

[illegible] Das Projectionssystem besteht aber keineswegs nur [illegible] wie die in Fig. 233 von der [illegible] kürzesten Wege in die Ganglien eindringen. [illegible] Anzahl von bogenförmigem Verlauf, deren auffal- [illegible] die Rinde des Gyrus fornicatus im Sehhügel ver- [illegible] Projectionsbündel dieser Verlaufsform ist die [illegible] in ihrem bogenförmigen Wurf die Spitze des Schläfe- [illegible] Innenrandes vom geschwänzten Kerne [illegible]

Die Masse des Projectionssystems, die von irgend einem Gebiet der Rinde in Ganglion eintritt, muss im geraden Verhältniss zu der Masse des Gang-ls stehen, das ihre Endigungs-len enthält. Die grossen vorde-Hirnganglien des geschwänzten rnes und des Linsenkernes ent-ckeln ihre unvergleichbar mäch-ste Masse gegen das **Stirnende** r Grosshirnlappen, als **Kopf** des **treifenhügels** und als **Keil-asis** des **Linsenkernes**. Nach ickwärts aber läuft das eine die-r Ganglien in einen schmächtigen chweif, das zweite in eine säge-rtig defecte, ebenso dünne Kante us. Es ist darum nicht zu bezwei-eln, dass der **Stirnlappen** in die-sen (bekanntlich **motorischen**) Ganglien durch eine weit mächtigere Masse von Projectionssystemen vertreten ist als der Scheitellappen und noch überwiegend mehr als der Hinterhaupts- und Schläfelappen.



Fig. 243. **Horizontaler Langsabschnitt aus der linken Hälfte des Gehirnes von Cercocebus cinomolgus.** *F* Stirnende. *O* Hinterhauptende des Grosshirnlappens. *FS* Eingang in die Sylvische Grube. *I* Insel. *Cl* Vormauer. *T* Balken. *S* Septum. *Ca* vordere Commissur. *A* Ammonshorn. *V*, *Vp* Vorder- und Hinterhorn der Seitenkammer. *Vm* mittlere Kammer. *Cm* mittlere Commissur. *Aq* Wasserleitung. *T'* Balkentapete. *L I*, *II*, *III* die Glieder des Linsenkernes. *Nc*, *Na* Kopf und Schweif des nucleus caudatus. *Th* die vor den Kniehöckern gelegene Masse des Sehhügels. *Th'* Sehhügelpolster. *Qu* unterer Zweihügel. *Gi* innerer Kniehöcker. *Ge* äusserer Kniehöcker. *m th* Stabkranzbündel aus dem Stirnlappen in den Sehhügel. *P* Fuss des Hirnschenkels. *Om* Mark aus dem Hinterhauptslappen für das Pulvinar, den Arm des obern Zweihügels (*Bs*), die beiden Kniehöcker, den Arm des untern Zweihügels (*Bi*), den Fuss des Hirnschenkels und den Linsenkern.

Dagegen kommt bestimmten Theilen des **Sehhügels** und den übrigen **Ursprungsmassen des tractus opticus** eine (für letztere wahrscheinlich die einzige) Verbindung mit dem **Hinterhaupts-** und **Schläfelappen** der Hemisphären zu. Letzteres Massenverhältniss lässt in Fig. 243 sich überblicken, indem hier das **Polster** des Sehhügels (*Th*[1]), der **äussere** und **innere Kniehöcker** (*ge* und *gi*), sowie der **Vierhügel** mit ihren Projectionssystemen in einem horizontalen Abschnitt blossgelegt sind. Man ersieht, wie die aus dem Hinterhauptlappen des Affen in die Ursprungsganglien des Tractus opticus eingehenden Strahlungen in ein besonders mächtiges Markblatt (Seh-

strahlungen Gratiolet's sich sammeln *Om*), bedeckt von reichlichen Masse bogenförmiger Bündel. Derselben Masse gesellen sich die hintersten und zugleich äussersten Bündel vom Fuss des Hirnschenkels zu. Da nun erwiesen werden wird, dass die äussersten Bündel vom Fuss des Hirnschenkels durch die Pyramidenkreuzung der Oblongata in den Hinterstrang des Rückenmarks übergehen, so zeigt sich, dass eine Repräsentation der hintern Wurzeln des Rückenmarkes in denselben Hemisphärenlappen, wie die Sehstrahlungen, eingeschlossen ist. Zugleich hat schon Gratiolet dargethan, dass die aus der Hirnrinde seiner Ansicht nach in den Tractus opticus, in Wahrheit in dessen Ursprungsmassen eingehenden Projectionssysteme, sowie die aus der Rinde in die äussersten Bündel des Fusses vom Hirnschenkel übergehenden Strahlungen durchwegs nicht allein aus den Hinterhauptlappen, sondern auch aus den Schläfenlappen der Hemisphären entspringen. Diesen gesammten Bündeln gesellt sich eine mächtige Repräsentation noch einer anderen Sinnesoberfläche, nämlich der Riechschleimhaut zu.

Ein wesentlicher Antheil des Riechlappenmarkes wächst (Fig. 238 m^2c, die Streifenhügelmasse durchsetzend, auf den sich gleichsam entgegenstreckenden Querschnitt der vordern Commissur (*c*) zu. Diesem Bilde entspricht der nach Aussen gewendete, in einer kurzen Strecke abgekappte Verlaufsbogen eines Ueberganges von Riechlappenmark in die vordere Commissur. Andererseits war es schon Burdach und Gratiolet bekannt, dass die Bündel der vorderen Commissur nirgend anders hin als in die Rinde des Hinterhaupts- und Schläfenlappens verlaufen. Es sind somit 1. dem Rückenmarke angehörige Sinnesoberflächen, 2. die Retina, und 3. der Riechlappen in den gleichen eben benannten Theilen der Hemisphären vertreten, welche dadurch ein Gegenstück zu dem wesentlich mit den motorischen Ganglien verknüpften Stirnlappen bilden. Für den Theil der Sehstrahlungen, der an die Kniehöcker tritt, für die vordere Commissur und die genannte Repräsentation der hinteren Stränge im Fuss des Hirnschenkels darf man hiemit die Kenntniss ihrer Verbindungen mit der Hirnrinde für erschöpft halten.

Der Zuzug von Mark aus dem Riechlappen in die vordere Commissur ist bei Thieren viel mächtiger, als die Strahlungen, die sich aus dem Hemisphärenmark in die vordere Commissur begeben (Figg. 238 cm^2, 242 *c*). Das Entgegengesetzte findet beim Menschen Statt, wo die vordere Commissur fast in voller Mächtigkeit in das Hemisphärenmark übergeht, während der schwachen Entwicklung des Riechlappens entsprechend ihre Verbindung mit letzterem die weit unmächtigere ist (Fig. 241 *Ca* M^1 *R*).

Es müssen also ausser den Kreuzungsbündeln zwischen dem Riechlappen einer Seite und der entgegengesetzten Hemisphäre, welche der strickartig gewundene Bündelverlauf Burdach's in der vorderen Commissur voraussetzen lässt, nothwendigerweise auch wirkliche Commissurenbündel derselben sowohl beide Riechlappen, als beide Hemisphären miteinander verbinden.

Rechnet man hiezu die aus dem Riechlappen zum Streifenhügel derselben Seite gelangenden Bündel (CLARKE, WALTER, GRATIOLET), so hat man im Marke des Riechlappens,* das mit dem der vorderen Commissur als ein Ganzes aufzufassen ist, alle Formen des Faserverlaufs, welche JOHANNES MÜLLER dem



Fig. 244. Durchsichtiger Abschnitt aus den obern Stammganglien und der Insel des Menschen in der Höhe der vordern Commissur (hart hinterhalb des hintern Randes der Orbitalwindungen und des Riechlappens). *I* Insel. *Cl.* Vormauer. *Ce* äussere Kapsel. *L III* drittes Glied des Linsenkernes. *Nc* Kopf des Streifenhügels. *Nc'* Basaltheil des Streifenhügelkopfes über der lamina perf. ant. *M* Grosshirnlappenmark (Fuss des Stabkranzes). *Ci.* innere Kapsel. *C* Mittelstück der vordern Commissur. *M'* Hemisphärenantheil der vordern Commissur. *R* Riechlappenantheil der vordern Commissur.

Chiasma nervorum opticorum zuschreibt. So erweitert sich die Analogie zwischen Riechlappen und Retina noch durch das Vorhandensein eines dem Sehchiasma gegenüberzustellenden Riechchiasma.

2. Der Hirnschenkelfuss und seine Ganglien.

Das obere Glied des Projectionssystemes senkt sich mit seinem periferen Ende in eine vielgestaltige Masse von Ganglien ein, welche ihrer Genesis nach 1) dem Hemisphärenbläschen, 2) dem vorderen und mittleren Hirnbläschen angehören. Jedem dieser Ganglien kommen gleichsam zwei morphologische Pole zu, ein centraler, der das obere Glied des Projectionssystemes aufnimmt, und ein periferer, welcher die centralen Enden der Bündel des 2. Gliedes vom Projectionssystem des Hirnschenkels aus sich entspringen lässt. Der Hirnschenkel schliesst sowohl in seinem Fuss als seiner Haube ausser den in ihm ihren Ursprung findenden Rückenmarksträngen noch eine reichliche Masse von Kleinhirnfasern ein, die sich oberhalb des Rückenmarkes von ihm trennen. So sehr jedes der Grosshirnganglien in Form und Bau seine Besonderheiten zeigt, so zeigen doch die mit dem Hirnschenkelfuss und die mit der Haube verbundenen je unter einander eine Summe von Gemeinsamkeiten, wodurch

der natürliche Eintheilungsgrund für die Ganglien sich in der Duplicität ihr periferen Verbindung gegeben findet. Nur die Kniehöcker, weil au Verbindung mit dem Hirnschenkel stehend, beanspruchen als Anhang d Ganglien der Haube eine Sonderstellung.

Die Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses sind: 1. der nucleus caudatus, 2. der nucleus lenticularis und 3. die Sömmering'sche Substantia nigra zwischen Fuss und Haube des Hirnschenkels.

Der Form nach verläuft der geschwänzte Kern als ein der Hemisphäre concentrischer Bogen um eine im Hirnstamm gelegene Queraxe, welche ihre plastische Verkörperung in dem querstehenden Keile des Linsenkernes findet, der seine Basis nach aussen, seine Spitze nach innen wendet. Dieses Verhältniss beider Ganglien zeigt Fig. 243. Der vor dem Linsenkern (*L I, II, III* liegende Stirnschenkel des Streifenhügelbogens bildet den mächtigen Kopf *Nc* der dem Hinterhaupt und Schläfenlappen angehörige Schenkel den dünnen Schweif (*Na*). Das quere und das bogenförmige Ursprungsganglion des Hirnschenkelfusses sind übrigens am Stirnende des Streifenhügelbogens durch Zusammenfluss des caput mit dem 3. Gliede des Linsenkernes (Fig. 244 *Nc' LIII* sowie am Schläfenende des Streifenhügelbogens mit einander verschmolzen (Fig. 233 *Cs, L*). Zum Verständniss der vordern Verschmelzung ist festzuhalten, dass die Umrollung des Streifenhügelkopfes über dessen im Seitenventrikel sichtbare Oberfläche hinaus sich zur Hirnbasis herabkrümmt und hier als Basaltheil des caput das Grau über der Lamina perforata anterior bildet (Fig. 238 *L*). Gratiolet bezeichnet diese Basalmasse als Riechfeld. Ich vermag dieser Bezeichnung eine neue Berechtigung durch Constatirung der Thatsache zu geben, dass die basale Streifenhügelsubstanz von einer dünnen Rindenschichte gedeckt wird, deren Continuität mit der Rinde des Riechlappens in der Fortsetzung der Neuroglia und der Nervenzellenschichte sich leicht constatiren lässt. Diese Schicht fliesst nach rückwärts mit der Hakenwindung zusammen. Ihr Vorhandensein zeigt die lückenlose Giltigkeit eines Bildungsgesetzes, vermöge dessen die ganze Oberfläche des Hemisphärenbläschens sich mit Rindensubstanz überzieht und durch welches consequenterweise auch das Septum pellucidum unter die Rindensubstanzen verwiesen wird. Die Verschmelzung des Schläfenendes der Cauda erfolgt hart hinter dem Mandelkern mit dem vom 3. Gliede des Linsenkerns herabtretenden Schläfenfortsatz (pedunculus nuclei lenticularis). Die Substanz des Streifenhügelkopfes bekleidet rinnenförmig umgeschlagen die äussere (Kammer-)Fläche des Septum pellucidum in der Höhe von etwa 8 *Mm* als ein Nucleus septi pellucidi (Fig. 241 *J*).

Dem Gewebe nach besteht die Streifenhügelmasse aus derselben zart punktirten bindegewebigen Grundsubstanz wie die Hirnrinde, in der spärliche, den dortigen gleiche, scheinbar freie Kerne verstreut sind. Die Nervenkörper des Streifenhügels sind von zweierlei Kaliber. Grosse vielstrahlige Zellen, die einen Durchmesser von 30 μ erreichen, und weit zahlreichere kleine, nur 15 μ

ige, gleichfalls multipolare Nervenzellen. Es wird die Ansicht wahrschein-
h gerechtfertigt sein, dass man in einem Theil dieser Zellen Rückenmarks-
sprungszellen, in einem andern Ursprungszellen von Kleinhirnfasern zu
chen hat. Die Masse des Hirnschenkelfusses nämlich, welcher sich in die
ramide des verlängerten Markes fortsetzt, übertrifft die letztere gewiss um
s dreifache. Diese Abnahme des Durchmessers erfolgt aber innerhalb der
ücke durch Umbeugen der Hirnschenkelfasern in die Kleinhirnbündel des
ückenarmes unter Vermittlung von grauer Substanz.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die Ursprungsganglien des Hirn-
henkelfusses zugleich Ursprungsmassen von Kleinhirnfasern sind. Eine mo-
rische Bedeutung muss wohl schon von diesem morphologischen Stand-
inkte aus dem Kleinhirn zugeschrieben werden. Denn es kann nicht anders
dacht werden, als dass die von der Rinde auf die Streifenhügel und die
nz gleichartigen Linsenkerne übertragenen Impulse neben ihrer Fortleitung
if das Rückenmark gleichzeitig bestimmte Leistungen des kleinen Gehirnes
islösen.

Die angeführten kleinen unzweifelhaften Nervenkörper dürfen nicht verwech-
lt werden mit den unter der Form freier Kerne erscheinenden Elementen, die
ys im Streifenhügel als mit den Kleinhirnfasern verbundene Nervenkörper an-
richt, die durch Markbündel des Hirnschenkels gleichsam in die graue Substanz
rschleppt. Diese den Bündeln parallelen Ketten scheinbarer Kerne sind einfach
Knotenpunkte des bindewebigen Reticulums im Marke, ein allgemeines Vor-
mmniss des letzteren.

Das 1. Glied des Projectionssystems lässt vier Formen seiner
rbindung mit dem Streifenhügel unterscheiden:

1. radiäre Strahlungen aus der gesammten Länge des Hemisphärenbogens.

2. Ein bogenförmiges Bündel aus der Rinde der Spitze des Schläfelap-
ns, das längs des innern Streifenhügelrandes verlaufend bis in die vor-
rsten Gebiete seines Kopfes als Stria cornea eindringt.

3. Verbindungen der Rinde des Riechlappens mit dem Streifenhügel, und
var sowohl durch das oberflächliche aus dem bulbus stammende, als auch
irch das tiefliegende Mark des Riechlappens (Fig. 238 m^1). Die in die vordere
ommissur übergehenden Antheile des Riechlappenmarkes scheinen die Strei-
nhügelmasse nur ununterbrochen zu durchsetzen. Das Mark des Riechlap-
ns tritt auch in bogenförmigen Zügen durch den Nucleus septi pellucidi.

4. Die Rindensubstanz des Septums ist durch den Pedunculus septi
eichfalls mit der basalen Streifenhügelmasse verbunden.

Das basale Gebiet des Streifenhügelkopfes zeigt über der Lamina perforata
iterior bis etwa zur Höhe des Durchtrittes der vorderen Commissur einen
in der Structur des übrigen Streifenhügels abweichenden Bau. Derselbe
eht noch einer monographischen Bewältigung entgegen und zeigt vor allem
vei auffällige Momente, 1. das enge Zusammenhäufen kleinerer Formen

von Nervenkörpern zu begrenzter kernartigen Bildungen, 2. das Vorkommen eines im gesammten übrigen Bezirke der Grosshirnganglien fehlenden Elementes in Form kleinster 6 μ grosser Körner, die, zu dichten Häufchen gesammelt, diesem vom Mark des Riechlappens durchzogenen Gebiete eine gewebliche Verwandtschaft mit dem Bau des letztern verleihen. Dieser nach Anordnung und Elementarform differente Bau scheint auf eine selbständige functionelle Bedeutung der genannten mit dem Nucleus caudatus verschmolzenen grauen Masse hinzudeuten.

Der Hirnschenkelursprung aus dem geschwänzten Kern gestaltet sich in der einfachsten Weise, indem seine Bündel als von der Concavität des Bogens ausgehende Radien nach der Hirnbasis zu convergiren und sich in den Hirnschenkelfuss vereinigen (Fig. 238 P).

Im Allgemeinen (nämlich abgesehen von der Stria cornea) stellt der äussere zugleich obere Rand des Nucleus caudatus dessen centralen, Stabkranzaufnehmenden, der innere zugleich untere Rand dessen periferen, hirnschenkelabgebenden Pol dar.

Die Hirnschenkelbündel des Nucleus caudatus durchsetzen in ihrem Verlaufe die obern Schichten der innern Kapsel (Figg. 244, 245 *Ci*), um zu deren basalen Schichten zu gelangen. Diese breite, im Horizontalschnitt (Fig. 243 *mlh, P*) stumpfwinkelige Markstrasse verläuft nach vorn zwischen Nucleus caudatus und lenticularis, nach rückwärts zwischen letzterm und dem Thalamus opticus. Die obere Hälfte ihrer Schichten ist 1. Glied des Projectionssystemes: Fuss des Stabkranzes, die untere 2. Glied des Projectionssystemes, nämlich Fuss des Hirnschenkels. Der Fuss des Stabkranzes wird aber in der innern Kapsel vom Nucleus caudatus bedeckt und daher von den Hirnschenkelbündeln des letztern durchsetzt und gekreuzt, wie Fig. 238 an den aus dem Stirnlappen in den Sehhügel eintretenden Strahlungen (*Th*) vor Augen führt.

Eine Complication bietet der Verlauf bestimmter Bündel aus dem geschwänzten Kern im Hirnschenkel selbst dar. Nach Entfernung des Tractus peduncularis sieht man parallele Querbündel, die zwischen den äussern Bündeln des Hirnschenkels auftauchen und zwischen den innern wieder verschwinden.

Es sind die aus dem zweiten nach aussen gelegenen Schweife des Streifenhügels hervorgehenden Bündel, welche ihren Verlauf nach dem Rückenmark zu in den innern Bezirken des Hirnschenkel-Querschnittes vollführen und darum über die [illegible] Gebiete der Bündel oberflächlich wegziehen. Sie sind wohl von der unten beschriebenen, mit dem Hirnschenkel theils gar nicht, nur aber [illegible] Hirnschenkelschlinge zu unterscheiden.

Der Linsenkern (Fig. 241, 242, 243, 244, 245), das zweite Ursprungsganglion des Hirnschenkelfusses ist seiner geweblichen Struktur nach vollkommen mit dem intraventriculären Gebiete des Streifenhügels identisch. Ihm kommen die beiden ungleichen Kaliber von Nervenkörpern, doch kommt

m kein Bezirk von abweichender Struktur zu, wie es der von den Bündeln
s Riechlappens durchsetzte Basaltheil des geschwänzten Kernes ist. Die Ge-
lt dieses Ganglions ist keilförmig. Mit der Keilbasis wendet es sich gegen das
irnhirn und gegen die Insel, mit der Keilspitze geht es in den Hirnschenkel-
ss über, nach rückwärts wendet es einen schmalen sägeförmig gekerbten
nd. Im Durchschnittsbilde seiner Masse (Fig. 242, 243, 245) fällt auf den
sten Blick der Gegensatz eines radiär auf die Keilbasis stehenden Bündel-
rlaufes und eines concentrischen, mit der Keiloberfläche von der innern
psel zur Gehirnbasis herabsteigenden Systems von Bündeln auf. Die letztere
ndelform bildet concentrische Dissepimente der Laminae medullares,
elche den Linsenkern in der Regel in drei sogenannte Glieder zerspalten,
n welchen das innere am Ursprung des Hirnschenkels anliegt, das äussere
er von der zur Inselrinde gehörigen Vormauer durch das dünne Markblatt
r äussern Kapsel (Figg. 244, 245 *Ce*, auch in Figg. 242, 243) getrennt ist.
tztere durch eine lockere bindegewebige Anheftung verbunden, liegt auf
n Linsenkern nur auf, ohne mit ihm eine Markverbindung zu finden. We-
ge dünne und wohl inconstante Markfäden der äussern Kapsel, die ober-
ichliche Segmente des 3. Gliedes vom Linsenkern durchschneiden, machen
von eine Ausnahme.

Die beiden innern Glieder des Linsenkernes gränzen sich von dem um-
ngreichsten dritten Gliede desselben als der Globus pallidus durch
ren hervorstechenden Markreichthum ab. Dieser entsteht dadurch, dass das
itte Glied eben nur von den in ihm selbst entspringenden Bündeln durch-
tzt wird und zwar bei grösserm Umfang der grauen Substanz (weil es die
sis des Keils ist), während die innern Glieder ausser von den an Ort und
elle entspringenden, auch noch von den im dritten Gliede entspringenden
ndeln auf ihrem Wege zum Hirnschenkelfuss durchsetzt werden. So wie
r geschwänzte Kern sein dünnes Ende bis nahe an die Spitze des Schläfen-
ppens vorschob, so erstreckt sich auch der Linsenkern mit einem gegenüber
iner zum Stirnhirn hingewendeten Masse unansehnlichen Schläfenfortsatz
edunculus nuclei lenticularis) nach diesem Hemisphärenlappen hin, um aus
m Markstrahlungen zu empfangen.

Das im Querschnitte (Fig. 245) als oberer Rand des Linsenkernes erschei-
nde Gebiet ist sein centraler Pol, denn von hier aus dringen aus der innern
psel die Stabkranzbündel in den Linsenkern ein.

Das im Querschnitt als unterer Rand erscheinende Gebiet und das innere
de des Linsenkernes stellen seinen periferen Pol dar, aus welchem ein
chtiger Antheil des Hirnschenkelfusses sich hervorbildet. Die Form des
nsenkerns bedingt, dass die Einstrahlung aus der Rinde des Stirn- und
heitellappens eine unvergleichlich mächtigere als die aus dem Hinterhaupts-
d Schläfenlappen sein muss. Von der quantitativen Vertheilung abgesehen,
rf man aber die Verbindung des Linsenkernes mit der Grosshirnrinde für
e allgemeine ansehen. Auch die Wände der Sylvischen Spalte (respective

die Insel) senden Projectionsbündel in dieses Ganglion. Dies geschieht aber keineswegs radiär durch die der Insel anliegende Convexität des dritten Gliedes, sondern durch, umbeugende Bündel, die sich über die obere Kante des Linsenkernes weg aus dem Inselmarke in die innere Kapsel umschlagen und als äusserste Bündel derselben in den Linsenkern eintreten. Fasst man das 1. und 2. Glied der mit diesem Ganglion zusammenhängenden Projectionsbündel (von den unterbrechenden Knotenpunkten der Ganglienzellen abgesehen) als eine Continuität auf, so verlaufen die Projectionsbahnen keineswegs



Fig. 245. Durchsichtiger Querabschnitt aus dem Gebiete der Insel und der Stammganglien (Menschliches Gehirn, schwache Vergrösserung). *J J'* Rinde und Mark der Insel. *Cl* Vormauer mit Klumpen der Uebergangsformation zwischen Vormauerbasis und Mandelkern. *V* das Grau des 3. Ventrikels. *L1 L2 L3* der Linsenkern. *NC* der geschwänzte Kern. *B* der Basaltheil des geschwänzten Kernes. *VC* Vordere Commissur. *IK* Gebiet des inneren Stieles und *aK* Gebiet des obern Sehhügelstieles. *M* Fuss des Stabkranzes. *Ce* äussere Kapsel. *Ci* innere Kapsel. *Schl, L, St, Z* die vier Schichten der Substantia innomminata oder der Hirnschenkelschlinge. *G* absteigender Gewölbschenkel. *A* Commissur im centralen Höhlengrau. *II* n. opt. mit dem optischen Basalganglion darüber.

auf dem kürzesten Wege radiär durch den Linsenkern, sondern sie beschreiben verwickelte spirale Verlaufslinien, die aus concentrisch mit seiner Oberfläche nach abwärts und aus radiär nach einwärts gewendeten Segmenten zusammengesetzt sind. Alle radiären mittlern und untern Bündel, z. B. im dritten Gliede des Linsenkernes, sind in weiter nach vorn liegenden Schnittebenen vom obern Rande seines Querschnittes aus eingetreten, und seiner convexen Aussenfläche parallel herabgestiegen, ehe sie sich radiär nach einwärts gegen den Hirnschenkelfuss wendeten. Da die Summe der Bündel nach einwärts durch Aggregation um so mehr anwächst, je länger im Querschnitt die Berührungslinie des aufnehmenden oberen Randes mit dem Hemisphären-

mark wurde, die am äussern Ende dieses Randes gleichsam ihren Nullpunkt hat, so bilden diese im 3. Gliede noch microscopischen concentrischen Verlaufsbahnen hier grobe, frei sichtbare Linien, die Markzwischenwände (laminae medullares) zwischen den Gliedern, die durch Aufnahme von Nervenkörpern und Kreuzung mit durchsetzenden radiären Bahnen zu complicirten gangliösen Geflechten werden.

Die Zahl der grossen Nervenkörper ist hier sehr bedeutend und ihre Axenstellung eine der concentrischen Bündelrichtung ersichtlich parallele. Im blassen Klumpen des Linsenkerns ist überhaupt die Anordnung der Nervenelemente sehr dicht und die Ausfüllsmasse formloser Bindesubstanz eine sehr geringe. Ein Theil der an den Laminae medullares betheiligten Bündel durchsetzt im Weiterverlaufe nicht eines oder beide der innern Glieder der Linsenkerne, sondern verläuft an der Basalfläche des Linsenkernes direct in die Hirnschenkeletage der inneren Kapsel. Diese Bündel bilden das innerste Areal im Querschnitte des Hirnschenkelfusses, und setzen somit nicht nur über die untere Fläche ihres Ganglions, sondern auch über die äusseren und mittleren Bündel des Hirnschenkelfusses in Form einer queren, dem Tractus opticus ungefähr parallelen Schleuder weg als die Schlinge des Hirnschenkelfusses (Figg. 245 u. 247 *Schl*). Dieselbe ist das tiefste Stratum der pag. 734 beschriebenen Ansa peduncularis Gratiolets, oder der Substantia innomminata Reils. Die Eile dieser Bündel, über die andern weg aus den äussersten Ursprungsganglien medianwärts zu gelangen, erklärt sich wohl aus ihrer Bestimmung, hochgelegene Kreuzungsstellen zu erreichen.

Die innersten Bündel des Hirnschenkelfusses erreichen ihr periferes Ende im centralen Höhlengrau schon im obern Zweihügel, da sie sich dort in die Oculomotorius-Trochleariskerne nach einer vorgängigen der Pyramidenkreuzung der Rückenmarksstränge analogen medianen Kreuzung einsenken. Es ist somit zu vermuthen, dass die Schlinge des Hirnschenkelfusses überhaupt den die motorischen Hirnnerven vertretenden Linsenkernursprung in sich fasst.

In frontalen Querabschnitten, welche (Fig. 248) durch das hintere Ende des 3. Ventrikels fallen, ist das Querschnittsareal des Hirnschenkelfusses nicht nur in seiner aus dem geschwänzten Kerne und aus dem Linsenkerne stammenden Bündelmasse vollständig geworden, sondern es hat sich auch die direct aus der Rinde des Hinterhaupt- und Schläfenlappens stammende Bündelmasse hinzugesellt, welche als äusserste Bündel des Fusses vom Tractus opticus, dem Pulvinar und den Kniehöckern bedeckt werden, daher unmittelbar vor diesen Massen in den Hirnschenkelquerschnitt eingetreten sind (Fig. 243). Während seines Herabsteigens durch die Gegend des Mittelhirnes erwächst aber dem Hirnschenkelfuss ein neuer Zuwachs aus dem dritten seiner Ursprungsganglien, dem Grau der Sömmering'schen Substanz (Fig. 248, 249 *S*). Dieses flächenhaft verbreitete Ganglion bildet die Grenze zwischen dem Fuss und der Haube des Hirnschenkels und hängt nach centraler Seite hin mit einem dünnen Stabkranzfächer zusammen, der in ihm endigt. Nach periferer Seite

Fig. 248 entspringen [illegible] Bündel, welche die innere und mittlere Region des Hirnschenkelquerschnittes mit einem [illegible] denselben fein felderndes Netze durchdringen. Dieses schliesst zum Theil [illegible] Individuen der grossen pigmentirten Zellenformation, welcher als Ganglion den Namen Substantia nigra verdankt, zum Theil Zellen eines sehr kleinen Kalibers ein. Die äussere, [illegible] aus der [illegible] entspringende Partie des Hirnschenkelfusses bleibt vom Faserverlauf aus der Substantia nigra frei. Somit giebt es [illegible] Ursprungsgebiete des Hirnschenkelfusses:

1. Die Grosshirnrinde [illegible] des Hinterhaupt- und Schläfenlappens. 2. der Nucleus [illegible], 3. der Nucleus [illegible], 4. die Substantia nigra. Die Ursprungsantheile dieser Centren vertheilen sich auf den Querschnitt des Hirnschenkelfusses in der Weise, dass die äusserste Area aus der Grosshirnrinde, die innerste [illegible] aus dem Linsenkerne stammt, die breiteste zwischen liegende dem Nucleus caudatus und lentiformis gemeinsam bleibt. Die schwarze Substanz betheiligt sich bloss an der Bildung der aus den Ganglien hervorgegangenen mittleren und innern Area.

Die Massen der Grosshirnlappen und des Hirnschenkelfusses mit seinen Ganglien steigen und sinken in den [illegible] mit einander. Wenn beispielsweise die Grosshirnlappen beim Menschen, dem Harlekinaffen und dem Reh [illegible], [illegible] und [illegible] des ganzen Gehirnes betragen, so macht der Stammlappen, Insel mit Streifenhügel und Linsenkern, in derselben Reihe 55 %, [illegible] und [illegible] aller Gebilde des Hirnstammes aus, und verhält sich die Höhe des Hirnschenkelfusses zu der der Haube beim Menschen wie [illegible], beim Affen wie [illegible], beim Rehe wie [illegible]. Uebrigens ist das Uebergewicht am menschlichen Linsenkern weit ausgeprägter als am Nucleus caudatus, was damit zusammenhängen wird, dass nur der letztere mit einem beim Menschen verkümmerten Hemisphärentheile, dem Riechlappen, zusammenhängt.

3. Die Hirnschenkelhaube und ihre Ganglien.

Das Gangliengebiet der hintern Bahn des Rückenmarkursprungs verräth schon durch seine Massenverhältnisse eine von der Entwickelung der Grosshirnlappen unabhängige Bedeutung und tritt am menschlichen Gehirne den Saugethieren gegenüber auffallend zurück. Beispielsweise machen beim Menschen die Sehhügel 19 %, beim Affen 30 %, beim Reh 22.9 % des gesammten Stammhirnes aus, während der Vierhügel beim Menschen 6.5 %, beim Affen 10 %, beim Rehe 16.6 % derselben Organgruppe beträgt.

Die Hauptursprungsganglien der Haube sind: 1. der Sehhügel und 2. der Vierhügel. Diesen Ganglien ist ausser ihrer Bedeutung für den Ursprung des Rückenmarkes noch die Verbindung mit dem Tractus opticus gemeinsam. Die letztere theilen sie mit den Kniehöckern, welche desshalb die Darstellung zwanglos dem genannten Gangliensystem als einen Annex anreihen darf. Weiterhin entwickeln sich die Rückenmarkbündel der Haube auch 3. aus dem Corpus mammillare, 4. aus einem in die Hirnschenkelschlinge eingelagerten Ganglion, und 5. aus der Zirbeldrüse.

Der Sehhügel, Thalamus opticus, durch den Markbelag seiner Gürtelschicht vom Grau des Nucleus caudatus scharf abgehoben, scheint für den ersten Blick an der Wand des 3. Ventrikels seine Ganglienmasse unbedeckt hervortreten zu lassen. Dieses Ventrikelgrau aber ist nur als ein fremdartiger Belag der Sehhügelsubstanz aufzufassen und gehört als Auskleidung des primären vordern Hirnbläschens sammt seiner Fortsetzung in das Tuber cinereum, den Trichter und die hintere Abtheilung der Hypophysis cerebri zum centralen Höhlengrau. Letztere beschreibt LUSCHKA als ein, wie das untere Ende des centralen Höhlengrau im Filum terminale gleichsam verödetes, mehr bindegewebiges Gebiet. Die vordere Abtheilung des Hirnanhangs aber findet überhaupt als eine fremdartige nur juxtaponirte Gewebsbildung ihre Stellung nicht innerhalb des Nervensystems. Aus einem bindegewebigen Balkenwerk mit von 30—90 μ grossen Zellen erfüllten Blasen bestehend, wird sie von ECKER unter die Blutgefässdrüsen überhaupt verwiesen, von HENLE als eine dem Mark der Nebenniere verwandte Bildung aufgefasst.

Das centrale Höhlengrau des 3. Ventrikels bedarf noch einer monographischen Würdigung. Vorläufig lassen sich folgende Gebilde als ersichtlich darin eingeschlossen hervorheben.

1. An der seitlichen Gränze des Tuber cinereum findet sich das basale Opticusganglion, ein 1.5 mm breites Ganglion aus 30 μ langen, 15 μ breiten Spindelzellen. Es beginnt über dem Chiasma und reicht in einer Länge von mehr als einem Centimeter unmittelbar über dem Tractus bis zur hintern Gränze des Tub. cinereum. Ich rechne mit LUYS dieses optische Basalganglion zur Substanz des grauen Höckers, weil es mit demselben in der grauen Endplatte über die Fläche der Lamina perforata anterior, der es J. WAGNER zuzählt, herabhängt und weiter nach rückwärts als letztere reicht. Allerdings aber folgt es wie der Tractus selbst deren innerer Gränze. In sagittalen Schnitten (Fig. 247 *II'*) zeigt das Ganglion eine sichelförmige, nach vorn concave Gestalt. LUYS lässt diese Ganglien sich median berühren, was ich nicht finden kann, und die daraus entspringende Opticuswurzel noch im Tuber. cinereum sich kreuzen, was bestimmt unrichtig ist, da die feinen markhaltigen (nicht, wie FOVILLE wollte, eine graue Wurzel vorstellenden) Bündelchen über dem Chiasma sich sogleich nach aussen in den Nervus opticus wenden. Die klarsten Bilder, welche für Annahme ungekreuzter Opticusbündel sprechen, sind daher dieser Stelle seines Ursprungs zu entnehmen. Die Schwierigkeiten einer Entscheidung dieser Frage an Schnittpräparaten würdigend, fühle ich für die übrigen Contingente des Nervus opticus mich weder befähigt, der von BIESIADECKI ausgesprochenen vollständigen Durchkreuzung, die im Chiasma stattfinden soll, entgegenzutreten, noch ihr aus eigener Anschauung beizustimmen.

Die Thatsache einer Verbindung des Sehnervs mit dem centralen Höhlengrau berechtigt keineswegs zu einem Vergleiche desselben mit den aus solchem entspringenden periferen Nerven. Statt der Analogie seines Chiasmas

mit dem Riechchiasma, der Retina mit dem Riechbulbus entgegen, sowie im Widerspruch mit der dem Centralmark verwandten feinen hüllenlosen Natur der Sehnervenfasern diese als periferes Glied des Projectionssystemes aufzufassen, ist es naheliegender, die fragliche Wurzel einem obern Gliede des Projectionssystems gleich zu setzen und in dem der Grosshirnrinde verwandten concentrischen Grau der Retina ihr centrales Ende, im basalen Opticusganglion ihr periferes zu sehen, woraus voraussetzlich noch unbekannte im centralen Höhlengrau verlaufende Bahnen zu einem periferen Organe, vielleicht in die Augenmuskulatur gelangen würden.

2. Unmittelbar hinter dem basalen Opticusganglion schliesst das Tuber cinereum eine Commissur ein (Fig. 245 *A*), deren Bündel sich innerhalb des centralen Höhlengrau nach rückwärts wenden, ohne in ihrer Endigungsweise noch bekannt zu sein.

3. Ohne mit der Sehhügelmasse in Verbindung zu stehen, verläuft längs des centralen Höhlengrau zuerst des 3. Ventrikels, später des Aquaeductus und der Rautengrube das hintere Längsbündel der Haube des Hirnschenkels (Figg. 245 bis 253 L). Das centrale Ende dieses Bündels liegt in einem flächenhaft ausgebreiteten Ganglion (Fig. 245 *L*), welches unter der Hirnschenkelschlinge des Linsenkernes das zweite Stratum der von Reil substantia innominata, von Gratiolet anse pedonculaire genannten Masse darstellt, die oberhalb des Tractus opticus quer über den Hirnschenkelfuss wegzieht (Fig. 245 *Schl–Z*). Die Zellen dieses Ganglions reichen in die äussere Kapsel, deren strahlig convergirende Bündel (soweit deren Mark nicht aus Associationssystemen besteht), aus der Rinde des Klappdeckels entspringen und nicht in dem Linsenkern, den sie nur bedecken, sondern im Ganglion der Hirnschenkelschlinge endigen. Selten durchsetzen dabei einzelne Bündel für sich oder auch mit sammt den in sie eingeschalteten 50 μ langen, 15 μ breiten spindelförmigen Zellen oberflächliche Strata des 3. Gliedes vom Linsenkern. Ausser vom Klappdeckel aus entwickelt sich das obere Glied des Projectionssystems für dieses Ganglion auch aus den übrigen Wänden der Sylvischen Grube, aus Markantheilen derselben, die von der Inselrinde und von dem Schläfelappen aus die Vormauer durchsetzen. Ausserdem schliessen sich dem hintern Längsbündel noch Fibrillen aus den untersten Partien des Trichters an, welche die Gewölbschenkel von innen bedecken, während die Hauptmasse des hintern Längsbündels nach aussen von den Gewölbschenkeln liegt.

4. Einen Einschluss des centralen Höhlengrau am Sehhügel bildet auch die absteigende Gewölbwurzel, sowie das Anfangsstück der aufsteigenden, bevor die letztere sich in die Ganglienmasse des Sehhügels eindrängt (Fig. 246 *Fd*, *Fa*).

Nach Meckel, Arnold, Jung und Luys sollte der absteigende Gewölbschenkel vor dem Eintritt in dieses Grau mit dem vordern Ende der Stria cornea (doch sicher nicht mit der ganzen!) und des Zirbelstieles verschmelzen. Mit den Gewölbwurzeln bettet sich aber zugleich die obere Halbkugel des Corpus candicans (Fig. 246 *M*) in die basale Masse des centralen Höhlengrau ein.

Das Corpus mammillare ist ein Ganglion, welches in eine schleuderförmige Verdrehung des Gewölbes aufgenommen wird und dabei den Uebergang eines Theiles seiner Bündel in die Haube des Hirnschenkels vermittelt. Dass die Gewölbbündel, wie JUNG will, nur die Substanz des Corp. cand. durchsetzen und seine Markoberfläche anderswoher zu leiten sei, ist ganz irrig. Vielmehr bildet der absteigende Gewölbschenkel das Mark der Aussen- und Hinterseite dieses Ganglions und schlägt sich, in den aufsteigenden übergehend, zur innern und vordern Fläche desselben um.

Dabei durchstreicht ein Theil seiner Bündel das aus spindelförmigen, 20—30 μ langen, 9 μ breiten Zellen bestehende Ganglion, aus dessen oberm Rande (Fig. 246 *m*) das Hirnschenkelbündel desselben in die Haube eintritt. Der grösste Theil der Bündel aber tangirt das Ganglion nur und enthält besonders in der aufsteigenden Gewölbwurzel streng parallele Nervenkörper eines Calibers von 30—45 μ Länge und einer Breite von 15 μ, welche mit dem Caliber der Endigungszellen des aufsteigenden Gewölbschenkels im vordern Sehhügelhöcker (Fig. 247 *G Ta*) übereinzustimmen scheinen. Das perifere Ende der Gewölbbündel tritt demnach in zwei Formen von Endzellen ein, von denen die kleine im Markkörperchen, die grössere im Verlaufe der Schenkel und im vordern Sehhügelhöcker liegt.

Die Gestalt des Sehhügels wird vollkommen misskannt, wenn man das eben abgehandelte centrale Höhlengrau mit zu seiner Masse schlägt. Darnach schiene es, als reichte das vordere Sehhügelende zur Hirnbasis herab, während dasselbe am weitesten von ihr entfernt liegt. Denn das vordere Ende, das niedrigste Gebiet des Sehhügelquerschnittes, ruht nicht allein auf dem Hirnschenkel, sondern ausserdem auf dem Querschnittskeile des Linsenkernes auf (Fig. 245 *aK. L. I, II, III*). Aber auch BURDACH's Ausdruck: »Nach unten sitzen sie wie ein paar Knöpfe auf den Schenkeln des grossen Gehirnes auf« enthält keine richtige Charakteristik. Die Grundgestalt des Sehhügels ist (unter selbstständigen Modificationen der Massenvertheilung) wieder der um eine Queraxe gelegte Bogen, wie er der Gestalt der Grosshirnlappen als Ganzes, wie er unter den Ganglienmassen der des Nucleus caudatus zu Grunde liegt. Wie für diesen der Linsenkern, so bilden auch für die Aufrollung des Sehhügels quere Ganglienmassen theils direct, theils durch ihre queren Ausläufer in das Hemisphärenmark die Axen der Aufrollung. Diese Axen der Aufrollung des Sehhügels sind die Arme des obern und untern Zweihügels (Fig. 243 *QBs, Bi*), so wie der an den untern Zweihügelarm geschmiegte innere Kniehöcker (Fig. 243 *Gi*). Die vor der Aufrollungsaxe entwickelte Masse des Sehhügels (Fig. 243 *Th*) macht seine grösste Länge aus, die hinter derselben liegende Masse, das Pulvinar (Fig. 243 *P*), bildet ein weit kürzeres Verlaufsstück.

Am Pulvinar erreicht der Sehhügel seine grösste Breite, gerade vor die Aufrollungsaxen fällt seine grösste Höhe, beide Dimensionen sind am vordern Ende am geringsten.

Die Berechtigung, innerhalb dieser allgemeinen Gestaltung besondere

Kerne im Sehhügel anzunehmen, ist nur eine bedingte, denn alles Sehhügelgrau bildet eine zusammenfliessende Masse und auch characteristische Unterschiede der geweblichen Zusammensetzung haben sich unserer dermaligen Kenntniss nicht erschlossen. Das Vorkommen mehr oder weniger vollkommen abgeschlossener Kerne im Sehhügel ist eben von den Einstrahlungsformen des obern Gliedes vom Projectionssysteme, sowie andererseits von den Ursprungsformen des Hirnschenkels im Sehhügel abhängig, so dass an die Kenntniss der beiden letzteren nothwendigerweise auch die Kenntniss jener sich knüpft.

Das obere Glied des Projectionssystemes tritt aus dem Stirnlappen, den Wänden der Sylvischen Grube und dem Schläfelappen in das vordere Ende des Sehhügels in vier Formen der Einstrahlung. Nach drei Richtungen wächst diesen Einstrahlungen die Sehhügelsubstanz in Form stumpfer Verlängerungen entgegen, die mit dem eindringenden Mark wie mit Stielen verbunden sind.

1. Der vordere Stiel des Sehhügels dringt aus dem Stirnlappen zwischen Streifenhügel und Linsenkern geraden Weges in das vordere Sehhügelende ein, wobei er mit die innere Kapsel des Linsenkernes bildet (Figg. 243, 238 *mth*). In der Sehhügelmasse zerfährt dieses compacte Mark pinselförmig (Fig. 238), so dass der Längsschnitt der Sehhügelmasse dazwischen nach vorn stumpf kegelförmig erscheint. Der oberflächlichste Theil der pinselförmiger Ausstrahlung trägt, bevor er die graue Masse betritt, zur Bildung des Stratum zonale bei. 2. Der untere Stiel der vordern Sehhügelmasse dringt von der Substantia innominata her, gleichfalls pinselförmig auseinanderfahrend ein (Figg. 245 und 247 *St a K lK*), und es lässt sich besonders in dem innern Gebiete des Sehhügels die Continuität seiner Bündel weit nach hinten verfolgen. Er bildet das dritte Stratum der Ansa peduncularis (Fig. 245). Seine Ursprungsgebiete sind die Rinde der Sylvischen Grube und des Schläfelappens. 3. Dieses Stratum der Hirnschenkelschlinge ist noch von einem vierten bedeckt (Fig. 245 *z*), welches auf einem indirecteren Wege in den Sehhügel eindringt, indem es den Bündeln des Stratum zonale sich beigesellt, die vor dem Eintritt in die oberflächlichen Schichten des Sehhügelgrau spirale Touren über dessen Oberfläche beschreiben. Die Substantia innominata Reil's lässt sich somit in 4 Schichten von differenter Verlaufsweise scheiden: 1. in die Linsenkernschlinge, die dem Fuss des Hirnschenkels angehört, 2. in das Ganglion der Hirnschenkelschlinge mit dem Ursprung des hintern Längsbündels, 3. den untern Stiel des Sehhügels, 4. den vordern Schläfenantheil des Stratum zonale. Jedes Bündel der Ansa peduncularis setzt sich aus zwei Verlaufsabschnitten zusammen, von denen der mehr centrale in frontalen Querabschnitten als eine dem Tractus opticus im Ganzen parallele Bahn (Fig. 245), der mehr perifere aber in sagittalen Längsabschnitten ersichtlich wird (Fig. 247), mit sofort über dem Tractus opticus be-

ginnender Divergenz nach den so verschiedenartigen periferen Endzielen. 4. Die vierte Einstrahlungsform in das vordere Ende des Sehhügels vertritt die Binde des Gyrus fornicatus als aufsteigender Schenkel des Gewölbes, der einen obern Stiel des Sehhügels darstellt (Fig. 247 *G*). Nachdem derselbe eine leichte Sförmige Biegung, um zuerst dem hintern Längsbündel nach innen auszubeugen und darnach, um in der Sehhügelmasse etwas nach aussen zu dringen, vollzog, tritt er gerade nach vor-, und aufwärts und zerfährt nach einer im frontalen Querschnitt ersichtlichen gabelförmigen Spaltung in den obern Kern des Sehhügels, dessen vorderes Ende an der Aussenfläche sich als Tuberculum oder Genu anterius markirt (Fig. 247 *Ta*). Das Tuberculum ist aber nur der Kopf einer Art von Nucleus caudatus des Sehhügels, als welcher der obere Kern, nach rück- und auswärts gewendet, in einen im Pulvinar sich verlierenden Schweif ausläuft. Dies ist der best, wenn auch durchaus nicht vollkommen gesonderte Sehhügelkern, indem die Gürtelschicht sich gleichsam in zwei Blätter um ihn spaltet, die seine Gränze an Längs- und Querabschnitten wohl erkennbar machen. Sein vorderster Theil fliesst übrigens mit der innern Masse des Sehhügels unabgränzbar zusammen.



Fig. 246. Sagittaler durchsichtiger Längsabschnitt aus dem menschlichen Thalamus opticus nahe seiner innern Oberfläche. *Th* Thalamus opticus. *Qu* Vierhügel. *Z* die Zirbel. *H* das Ganglion im Zirbelstile. *M* Corpus mamillare. *T* Tuber cinereum. *R* rother Kern der Haube. *S* Substantia nigra. *A* Umgebung des Aquaeductus Sylvii. *II* Chiasma nervi optici. *C* vordere Commissur. *III* Nerv. oculomotorius. *Sz* Stratum zonale. *J* Bündel in der innern Sehhügelmasse aus dem unteren Stiele. *Fd* absteigender Gewölbschenkel. *Fa* aufsteigender Gewölbschenkel. *P* hintere Commissur. *L* hinteres Längsbündel. *m* Haubenbündel aus dem Corpus mammillare.

Die innere Kapsel führt nicht nur dem vordern Ende des Sehhügels, sondern auch der Mitte seiner Länge aus dem hintern Abschnitte des Stirnlappens und dem Scheitellappen Einstrahlungen zu. Der Sehhügelquerschnitt und der des Linsenkerns (Fig. 245) bilden im Ganzen zwei, einer gemeinsamen Diagonale, der innern Kapsel anliegende Hälften eines Viereckes. So wie die obere Fläche (im Querschnitt der obere Rand) des Linsenkernes dessen centrales aufnehmendes Gebiet war, so ist es am Sehhügel die schräg nach innen abfallende untere Fläche, längs welcher der Contact und die Verbindung mit der innern Kapsel Statt findet.

Es wäre übrigens eine gewagte Annahme, an eine ausschliessliche Verbindung der mittlern Länge des Sehhügels etwa blos mit dem Scheitellappen zu denken. Abgesehen von dem langen Verlaufe der Bündel des vordern

Sehhügelstieles aus dem Stirnhirn, sowie des **untern** aus dem Schlä-felappen nach rückwärts, betheiligt sich der Schläfelappen auch in bedeutende Länge an der Durchstrahlung der äussersten Gebiete des Sehhügelgrau. Pro-jectionsbündel dieses Gehirnlappens treten hiebei bogenförmig verlaufend von hinten her in den Sehhügel und kreuzen sich mit den (beispielsweise aus de Scheitellappen) radiär eindringenden Bündeln in einer Durchflechtung, de **Gitterschichte** des Sehhügels. Diese Durchflechtung geht nämlich nicht i Hemisphärenmark, sondern in den äussersten Lagen des Sehhügels selbst vo



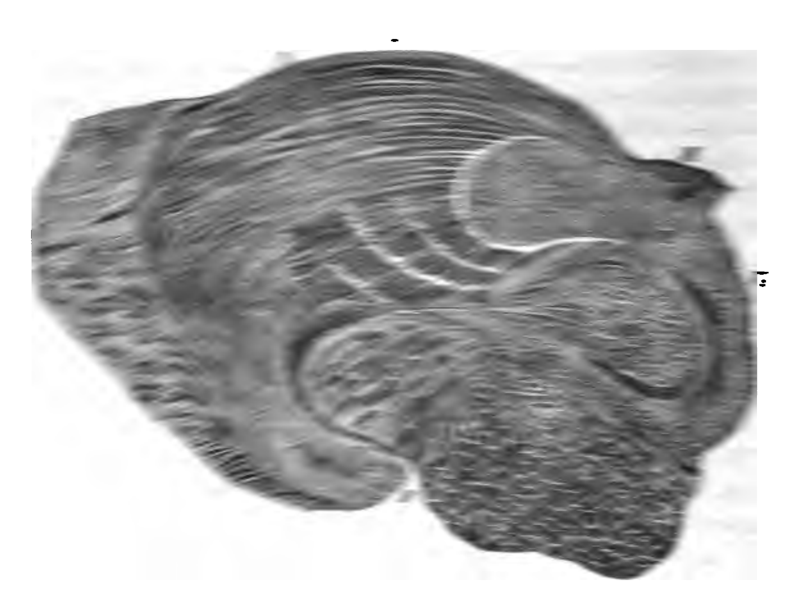
Fig. 247. **Sagittaler durchsichtiger Längsabschnitt aus der Breite des vordern Höckers vom menschlichen Sehhügel.** *Ta* Tuberculum anterius. *Jh* inneres Lager des Sehhügels. *K* Vierhügel. *W* Umgebung des Aquaeductus Sylvii. *RK* rother Kern der Haube. *SS* Substantia nigra. *F* Fuss des Hirnschenkels. *II* Tractus opticus. *II* Basalganglion des Opticus. *Zi* Stratum zonale. *cc* vordere Commissur. *Ch* hintere Commissur, die sich zur Haube des Hirnschenkels herabbiegt. *G* aufsteigende Gewölbwurzel. *Jh*, *L*, *Schl* drei convergirende Bündel, die zur Hirnschenkelschlinge zusammentreten: *Jh* unterer Stiel des Sehhügels; *L* das hintere Längsbündel; *Schl* die Schlinge des Hirnschenkelfuses aus dem Linsenkern.

sich, so dass noch ein dünnes Stratum seiner Substanz, wie eine Vormauer des Sehhügels, ausserhalb der durchbrochenen Markkapsel seiner Gitterschichte bleibt, beziehungsweise in deren Bündeln eingeschlossen liegt (Fig. 243 zwischen *Th* und *P*). Das Verdienst der ersten Darstellung einer Einstrahlung der innern Kapsel in den Sehhügel am Gehirndurchschnitte gebührt Kölliker, dessen gewebliche Darstellung des Gehirnbaues in seiner mikroscopischen Anatomie überhaupt in seltener Weise Kennerschaft des Organes mit Eingehen in die mikroscopischen Details verbindet.

In den hintersten Gebieten jener Sehhügellänge, die noch in das Gebiet des 3. Ventrikels fällt, also schon vor dem Pulvinar, gränzt der Sehhügel an die volle Breite des Grosshirnlappenmarkes, indem hier durch Aufhören des Linsenkernes keine innere Kapsel mehr abgegränzt wird. Die Sehhügelmasse lässt hier ein oberes und ein unteres Lager erkennen, welche durch eine zwischentretende Zacke des Markdurchschnittes von einander abgegränzt sind (Fig. 248 bei *IIR*). Das obere Lager und das untere Lager des Sehhügels confluiren in ihrer grauen Masse vollständig und sind in ihrer Gesammthöhe (Fig. 248 *Th*) bis zu einer unten zu besprechenden innersten Lamina medullaris (*T'*) hin von ganz gleichartigen radiären Bündeln durchzogen, die mit ihnen fast gleich dicken Schichten grauer Substanz, in der sie endigen, abwechseln. Die Zellen der Sehhügelsubstanz sind im Mittel 30 μ lang, 10 μ breit, spindelförmig und in eminenter Weise mit ihrer Längsaxe den Radiärbündeln parallel gestellt, ihre Caliber scheinen gleichartig im obern und im untern Lager. Diese gleichartigen Radiärstrahlungen in das confluente obere und untere Sehhügellager gehen aber von zwei verschiedenen Ursprungscentren aus. Die des obern Lagers stammen anscheinend ausschliesslich aus dem Grosshirnlappenmarke, also aus der Grosshirnrinde, die des untern Lagers aber stammen ersichtlich aus dem Tractus opticus, somit aus der Retina, als die noch zu besprechende sogenannte mittlere Wurzel des Tractus opticus. Sie tritt zwischen äusserm Kniehöcker (Fig. 248 *c*) und Hirnschenkelfuss (*P*) aus dem Marke des Tractus (etwa 12 mm vor dem hintern Rande des Pulvinar) in die Sehhügelmasse ein. Diese mit der Rinde in allen Momenten der Formation so gemeinsame Sehhügelverbindung scheint der Retina den Character eines neben die Grosshirnrinde zu stellenden Centrums zu verleihen, wogegen die unten anzugebende, von dieser Formation gänzlich verschiedene Ursprungsweise der die Periferie aufsuchenden Bahnen des Hirnschenkels im Sehhügel eine nicht minder beachtenswerthe Differenz zwischen Tractus opticus und periferen Nerven, zwischen der Retina und den Endorganen solcher aufweist. Der hier ausgeführten Verwandtschaft der Einstrahlungsform aus Grosshirnrinde und Retina im Sehhügel reiht sich ergänzend die schon von Arnold gewürdigte Thatsache des Zusammenhanges vom Tractus opticus mit der Gürtelschicht des Sehhügels an, die im Uebrigen ausschliesslich vom obern Gliede des Projectionssystemes gebildet wird.

Von den Verbindungen der hintern Region des Sehhügels mit Hinterhauptlappen und Schläfelappen wurde schon pag. 721 gehandelt.

Der Ursprungsantheil der Haube des Hirnschenkels aus dem Sehhügel entwickelt sich in drei Formen, 1. in Form der Haubenbündel der hintern Commissur, 2. der Laminae medullares, 3. des Haubenbündels aus dem Ganglion des Zirbelstieles. Nur das Ursprungsgebiet des letzteren Haubenbündels (Figg. 248 *H*, 241 *I*) prägt sich schon äusserlich als ein oblonger, keulenförmiger Kern an der innern Gränze des Stratum zonale aus, dessen bedeckende Bündel das obere Glied seines Projectionssystemes dar-



[illegible] ... von der übrigen Sehhügelmasse durch dichte Anhäu[illegible] ... mit der Zirbeldrüse selbst übereinstimmende Struc[illegible]

Im Gebiete der beiden andern Ursprungsformen sind im Sehhügel nicht [illegible] abgegrenzt, dennoch bedingen sie zwei scharf geschiedene For[illegible] Unterabtheilungen des Thalamus, die man in der Idee durch eine hinter [illegible] vom Tuberculum anterius beginnende, bis zum Aussenrande

Ganglions der Habenula reichende Linie sich getrennt denken kann. Das innere dieser Gebiete wäre als das Lager für den Ursprung des Hirnschenkels durch die hintere Commissur, das äussere dieser Gebiete als das Lager für den Ursprung des Hirnschenkels durch Laminae medullares anzusehen.

Es sind die in dem vordern und untern Stiele des Sehhügels eintretenden Grosshirnlappenbündel, welche (Fig. 247 *Jk*) in longitutinalem Verlaufe durch das innere Lager des Sehhügels verlaufen und in die hintere Commissur gelangen, was sich wegen der dabei statthabenden Umbeugung nach innen zwar nicht an Schnittpräparaten, wohl aber in evidenter Weise durch Abfaserung zeigen lässt. Dabei wechseln sie höchst regelmässig mit Schichten grauer Substanz etwa von der Breite der Bündel, an deren 30 μ langen, 10 μ breiten spindelförmigen, dem Verlaufe parallelen Zellen sie als Grosshirnlappenbündel endigen und als Hirnschenkelbündel entspringen. Nachdem nämlich die Bündel der hintern Commissur etwa um 5 mm weit die Mittellinie überschritten haben, treten sie nach vorne in die Haube des Hirnschenkels ein (Fig. 247 *Ch*), um als Rückenmarksursprünge innerhalb der letztern nach abwärts zu ziehen.

Das hintere, äussere Lager des Sehhügels bietet eine oberflächliche Aehnlichkeit mit dem innern Baue des Linsenkernes, indem hier wie dort das Hemisphärenmark, das in radiärem Verlaufe zu seinen Endzellen gelangt, von concentrisch verlaufenden Markblättern gekreuzt wird, welche Hirnschenkelursprünge dieser Ganglien sind. Von diesen concentrischen Blättern im Innern des Thalamus (Fig. 248 *T*) beachteten die Autoren nur das innerste, von Burdach Lamina medullaris genannte, das die Gränze zwischen dem imaginären äussern und innern Kerne des Sehhügels bilden sollte. Da die Lamina medullaris aber nur (fast genau) der hintern Hälfte der Sehhügellänge angehört, so hört die Scheidung dieser Kerne jedenfalls in der vordern Sehhügelhälfte auf. Luys dagegen bemerkte, dass dieses Markblatt in der Mitte der Sehhügelmasse einen nach hinten, oben, unten und aussen scharf begränzten Kern umschliesse, Centre median (Fig. 248 *Cm*). Die Zellen desselben sind in Form und Grösse von den übrigen des Sehhügels nicht unterschieden. Seine Stabkranzstrahlungen stammen aus dem vordern Stiele des Sehhügels. Die Lamina medullaris aber, welche Burdachs innern Kern, Luys' Centre median umfasst, ist gar kein Vorkommniss für sich, sondern eben nur die innerste einer Anzahl concentrischer Laminae medullares, durch welche im Gegensatz zu dem gekreuzten Haubenursprunge in der hintern Commissur, direct verlaufende Hirnschenkelursprünge aus dem Sehhügel sich entwickeln. Das Verhalten dieser im weitern den Kleinhirnantheil des Haubenquerschnittes, den rothen Kern (Fig. 248 *Rk* in *T*) umgebenden Hirnschenkel-Rückenmarksbündel zu den radiären Sehhügelstrahlungen aus der Retina (Fig. 248 *II R*) ist ganz dasselbe, wie ihr Verhalten zu den radiären Sehhügelstrahlungen aus der Grosshirnrinde (Fig. 248 *R*)

War der Sehhügel in seinen vorderen Gebieten (Fig. 245) unmittelbar von dem in der innern Kapsel sich zusammensetzenden Hirnschenkelfuss getragen, so drängen sich in abwärts gelegenen Schichten zwischen die Sehhügelmasse und den Hirnschenkelfuss zwei aus dem Stabkranz hereintretende Bündelfächer ein. Der obere dieser Fächer gestaltet durch Convergenz seiner Bündel einen runden Querschnitt, der zum Organisationsmittelpunkte jeder Hälfte der Haube des Hirnschenkels wird, und (weil er durch Aufnahme einer Masse grösstentheils sehr kleiner Nervenkörper (pag. 755) zwischen seine Bündel zu einer gangliösen Masse anschwillt,) rother Kern der Haube heisst. (Fig. 246, 247, 248 und 249 *Rk*). Dieser rothe Kern ist das erste Internodium einer Bahn, die mit dem genannten Stabkranzfächer in der Grosshirnrinde ihren Ausgangspunkt nimmt, und andererseits bis in die Rinde des Kleinhirns reicht. Die Bindearme, Processus cerebelli ad cerebrum, sind ein frei liegendes Segment dieser Verbindungsbahn zwischen beiden Rindensubstanzen.

Der zweite schmächtigere, unter dem ersten liegende Stabkranzfächer tritt an die mit einer äusseren Spitze ihm zugewendete Sömmering'sche Substanz, deren Beziehung zum Fuss des Hirnschenkels schon erörtert worden. So ruht nun der Sehhügel (Fig. 248) auf der Gesammtmasse des Hirnschenkels, von welcher der Fuss in diesen Schnittebenen ein bereits fertiges Gebilde, die Haube aber bezüglich ihrer Rückenmarksantheile erst in einer noch die Vierhügelregion hindurch sich ergänzenden Heranbildung begriffen ist.

Doch findet sich im Vierhügel noch eine zweite, ihm mit dem Sehhügel und zugleich noch mit den Kniehöckern gemeinsame Verbindung, nämlich die mit dem Tractus opticus. Diese Beziehung des Vierhügels sei seiner fernern Schilderung vorangestellt, weil damit unter Einem sich die Betrachtung des Sehhügels, sowie überhaupt jener Grosshirnganglien erledigt, die in der Hirnschenkelregion ihren Abschluss finden, während der Vierhügel ein auch noch dem nächsten Abschnitt unserer Darstellung, der Brücke angehöriges Gränzgebiet ist. In den Ebenen des Ursprungs, oder besser der Einstrahlung des Tractus opticus rücken die hintern Enden der Sehhügel, die Polster, durch ihre Divergenz, die den Vierhügel sich einschieben lässt, aus der mehr medialen Breite des Hirnschenkelgebietes weg. Statt auf letzterem liegt das Pulvinar auf den beiden Kniehöckern auf (Fig. 249 *Th*, *Gi*, *Ge*), und das Stratum zonale schiebt seine Bündel gegen den Tractus opticus hin zusammen, welche theils durch diesen aus der Retina, theils für ganz identische Bezirke des Sehhügels in einem dem Tractus parallelen Bogen aus dem Mark des Schläfelappens entspringen. Es giebt also zwei Verbindungen des Tractus mit dem Sehhügel, 1. eine oberflächliche eben erwähnte, 2. eine tiefliegende, pag. 737 beschriebene.

Der äussere Kniehöcker (corpus geniculatum externum) hat im Querschnitt eine plump herzförmige, somit zweilappige Gestalt, was in Fig. 249 *Ge* nicht vollkommen genug ausgeprägt ist. J. Wagner muss wohl einen dieser Lappen für ein besonderes Gebilde genommen haben, wenn er räthselhafter Weise

von einem abgegränzten Sehnervenkern im Sehhügel spricht, den er in der Abbildung mit der eben nur im äussern Kniehöcker vorkommenden Schichtung von alternirendem Grau und Weiss versieht. Die graue Substanz des äussern Kniehöckers ist aber keine klumpige Masse wie die der Ganglien, sondern eine blattförmige, die aber (gleichsam zur Unterbringung in einer nach allen Seiten geschlossenen Markkapsel), wie glücklich geführte Längsschnitte zeigen, zickzackförmig gefaltet ist. Erinnert man sich des blattförmigen, in seiner Scheide gleichfalls zusammengefalteten Sehnervs der Fische, so liesse sich der Bau des äussern Kniehöckers morphologisch, wie folgt, erklären: Ein Blatt grauer Sub-



Fig. 249. Durchsichtiger Querabschnitt aus den Ursprungsganglien des Tractus opticus vom Menschen. *M* Das Grosshirnlappenmark. *II* Tractus opticus. *R k* rother Kern der Haube. *Nc* Nucleus caudatus. *St* Stria cornea. *Th* Pulvinar. *Qu* oberer Zweihügel. *Gi* innerer Kniehöcker. *Ge* äusserer Kniehöcker. *S* Substantia nigra. *A* Aquaeductus. *A'* Centrales Höhlengrau um den Aquaeductus. *R* die Mittelnaht der Haube. *La* Lamina perforata posterior. *R'* Einstrahlungen in das Pulvinar. *Bs* der Arm des obern Zweihügels. *Bi* der Arm des untern Zweihügels, aus welchem die untersten Bündel des innern Kniehöckers in den Tractus opticus laufen. *W* Sehwurzel des obern Zweihügels (durch Vermittlung des innern Kniehöckers). *Xp* Kreuzung im Dache des Aquaeductus, durch welche der rechte Arm des obern Zweihügels in die Schleifenschicht der Haube *Tl* übergeführt wird. *Xd* Kreuzung nach vorn von dem Aquaeductus, welche der von den Quintuszellen *V* ausgehenden Durchflechtung der Haube (*To*) angehört. III' Oculomotoriuswurzeln. *T* Rückenmarksbündel der Haube. *V* Durchschnitte absteigender Quintuswurzeln mit den ihnen anliegenden blasenförmigen Zellen. *L* hinteres Längsbündel. *III* Kern des N. oculomotorius und trochlearis. *P'* Hirnschenkelbündel, die als Fibrae rectae der Raphe (*R*) in den genannten Kern eintreten.

stanz läge zwischen zwei Markblättern, von denen das eine ein Antheil vom Marke des Tractus, das andere Hemisphärenmark wäre. Von den anliegenden Flächen aus verbinden sich die Markblätter mit den Zellen des grauen Blattes, während sie zusammt dem eingeschlossenen Grau zackig gefaltet sind. So werden fortwährend graue und weisse Blätter mit einander wechseln, wie dies an jedem Durchschnitte des äussern Kniehöckers ersichtlich wird. Die Zellen

dieses Ganglions sind 30—48 μ lang, 15 μ breit, meist ziemlich grobkörnig, pigmentirt. Die vom oberflächlichen Sehhügelursprung nach innen, vom tiefliegenden nach aussen gelegene, dem äussern Kniehöcker zugehörige Masse des Tractus ist sehr mächtig (Fig. 249 II).

Die Verbindungen des äussern (und innern) Kniehöckers mit dem Hinterhauptshirn (Fig. 243) und dem Schläfelappen wurden pag. 721 bereits besprochen.

Nach innen und grossentheils zugleich nach vorn von diesen äussern Bündeln des Tractus liegt seine Verbindung mit dem ovalen oder spindelförmigen innern Kniehöcker, der die ihn meridianartig durchstreichenden Bündel des Tractus aus seinen 25 μ langen, 5 μ breiten spindelförmigen Zellen in reducirter Menge in einer oberen und einer untern Verbindung dem Vierhügel zuführt. Die obere, die mittelbare Verbindung des Tractus opticus mit dem obern Zweihügel strahlt unter und etwas hinter dem Arme des obern Zweihügels pinselförmig in dessen kleine Zellen ein (Fig. 249 *Gi*, *W*).

Eine untere Verbindung mit dem Vierhügel vermittelt der innere Kniehöcker aber dadurch, dass er in Continuität aus dem Tractus opticus verfolgbare Bündel dem Arme des untern Zweihügels und somit diesem Ganglion selbst zuführt. Es kann kein schlagenderes Argument für die Bedeutung des Sehnervs und gegen seine Auffassung als perifere Nervenwurzel geben, als dieser Anschluss eines seiner Bündel an den untern Vierhügelarm, der im Uebrigen nichts, als ein aus der Hirnrinde entsprungenes im Ganglion des untern Zweihügels endigendes Stabkranzbündel ist (Fig. 249 *Gi*, *Bi*).

Entsprechend seinen Verbindungen mit beiden Paaren des Vierhügels hält der innere Kniehöcker in der Säugethierreihe Schritt mit der Massenentwickelung desselben. Mit der Massenentwicklung der Haube selbst steht der innere Kniehöcker wohl nicht allein wegen dieser Stellung zum Vierhügel in Harmonie, sondern er schliesst sich wohl hauptsächlich seiner dem untern Vierhügelarm zugesellten Bündel wegen den Ursprungsganglien der Haube an, welches Verhältniss aber noch weiterer Aufhellung bedarf.

Die allerinnersten Bündel des Tractus opticus umgürten theils den Fuss des Hirnschenkels, theils flechten sie zwischen dessen äussersten Bündeln sich hindurch (Fig. 248). Ihr endlicher Verlauf ist mir nicht bekannt geworden. Nur kann ich mit Bestimmtheit den täuschenden Anschein zurückweisen, der sich beim ersten Anblick aufdrängt, als verbänden sich diese Bahnen gemäss der Annahme Burdachs mit der allerdings ganz benachbarten Substantia nigra. Sie hören immer neben oder hinter derselben abgeschnitten auf.

Die Vierhügelregion liegt nach einwärts vom sogenannten Sehursprung als ein verschmolzenes Ganzes aus 3 übereinanderliegenden Etagen um eine excentrisch nach oben gelegene Höhlung, den Aquaeductus Sylvii aufgebaut (Fig. 249 *A*). Ueber dem Aquaeduct erstreckt sich der Vierhügel, in seiner Mitte das Dach des Aquaeductus darstellend. Vor dem Aquaeduct liegen zunächst die Hauben des Hirnschenkels, in der Mittellinie in einer Naht (*R*) verschmelzend, deren untere Fläche als die Lamina perforata posterior (*La*) sich darstellt. Seitlich von der letzteren erstreckt sich jederseits der Durchschnitt der

untersten Etage der Vierhügelregion, der Fuss des Hirnschenkels. Der Gestalt nach ist der Vierhügel aus einem obern und unteren Ganglienpaar zusammengesetzt, welche als ein Ganzes mit ihren Armen (den von der Rinde her in sie eintretenden Stabkranzbündeln) eine quere Lagerung im Gehirne haben. Doch ist diese Richtung für den untern Arm keine strenge, weil derselbe als eine Aufrollungsaxe des Sehhügels von dessen Polster nach vorne gedrängt wird (Fig. 243 *Bi*). Die Ganglien des Vierhügels sind zwischen ein oberflächliches (Fig. 246 *Bs*—*Xp*) und ein tiefliegendes Marklager (Fig. 249 *Xp*—*Te*, 241 *m'*) eingebettet. Das oberflächliche ist eine Art Gürtelschichte wie beim Sehhügel, die Entfaltung der Vierhügelarme, der einzigen frei an der Oberfläche des Gehirnes sichtbaren Bündel des 1. Gliedes vom Projectionssysteme. Das tiefe Marklager stellt den Ursprung der Haube des Hirnschenkels im Vierhügel dar. Beide Marksysteme gehen gekreuzt in einander über, sind daher in der Mittellinie verschmolzen. Im hintern Fünftheil der Vierhügellänge verliert das tiefliegende Mark bei feinerer Zerstreuung im Grau des Ganglions seine Compactheit und hebt sich nicht mehr als besondere Markschicht ab (Fig. 250 *Q*). Aus der Vierhügelmasse entwickelt sich allerdings (wahrscheinlich als Fortsetzung gekreuzter Bündel der Arme) ein Processus corporis quadrigemini ad cerebellum, doch verdient diesen Namen keineswegs der damit belegte Bindearm, sondern das aus deutlich paarigen Hälften bestehende Frenulum, das sich durch die obere Hirnklappe in den Oberwurm des Kleinhirnmarkes entfaltet.

Der Querschnitt des medianen Vierhügelmarkes, ist eins mit dem Mark der hinteren Commissur (Fig. 241 *m'*). Die letztere entwickelt sich aber nicht allein aus dem besprochenen Ursprungsbette im Sehhügel, sondern hängt auch mit dem die Zirbeldrüse (conarium) genannten Ganglion und mit dem ihrer Habenula zusammen. Das Ganze dieser Organisation erscheint im Längsdurchschnitt des Gehirnes (Fig. 241 *m'*, *Z*, *Z'*) als ein S förmiger Anhang des medialen Vierhügelmarkes, der sich zusammensetzt 1. aus einer unteren nach hinten offenen Rinne von Querschnitten, der hintern Commissur, 2. aus einer oberen, daran gesetzten nach vorne offenen Rinne als zweite Curvatur des S, der Zirbel mit ihren der Oberfläche parallel geschwungenen Markbündeln, und 3. aus einem gespaltenen paarigen Schnabel des S, dem Ganglion des Zirbelstiels mit seinen das Grenzmark des Sehhügels gegen das Grau des 3. Ventrikels bildenden Längsbündeln, die nach Arnold, Jung, Luys, Inzani und Lemoigne auch mit dem Gewölbe zusammenhängen sollen. Die Paarigkeit der Zirbelstiele dehnt sich im menschlichen Foetus und, bei vielen Säugethieren bleibend, durch mittlere Spaltung auch auf die Zirbel selbst aus (Luys).

Wirkliche Commissurenfasern der hintern Commissur werden von Burdach und Arnold angegeben.

Die Zirbeldrüse wurde öfter ganz mit Unrecht mit der Hypophyse in Parallelismus gesetzt. Noch Luys fasst sie als Fortsetzung vom Grau des mittlern Ventrikels auf. Nach Arnold's richtiger Anschauung ist sie durch ihr Mark

von letzterm getrennt. Sie ist als ein Ganglion aufzufassen, das, mit dem des Zirbelstieles gleich gebaut, wie dieses, einerseits mit dem Mark der Grosshirnlappen, andererseits durch die hintere Commissur mit dem Hirnschenkel zusammenhängt. Man darf sie somit unter die Ursprungsganglien der Haube rechnen. Aus zwei Formen von Zellen, 15 μ grossen und sehr kleinen, nur 6 μ messenden, ist sie zusammengesetzt und unterscheidet sich vom Bau der andern Grosshirnganglien eben nur durch das dichte Aneinanderliegen der Zellen. Im Zirbelstiele wechseln die dichten Reihen derselben regelmässig mit Markschichten ab und gewähren oft ein den Körner- und Markschichten des Bulbus olfactorius ähnliches Bild. Die Beimengung des Markes und die constanten Fortsätze der Zellen nöthigen, sie als Nervenkörper aufzufassen. Die dichte Anordnung ist ihnen mit dem Stratum corporum arctorum des Ammonshornes gemein und, zugleich mit der Kleinheit des Calibers mit dem Riechlappen, der Kleinhirnrinde und gewissen Anhäufungen im Streifenhügelgrau. Letzteres enthält auch dichte Nester grösserer Nervenkörper.

Die Einstrahlung des Projectionssystemes aus der Grosshirnrinde in den Vierhügel geschieht durch den Arm des obern (Fig. 249 *Bs*) und den Arm des untern Zweihügels (Fig. 249 *Bi*, 250 *B**). Der Arm des obern Zweihügels durchstreicht den Sehhügel hart über den Kniehöckern, wobei ein dreieckiger Bezirk des Sehhügelquerschnittes zwischen ihm und den Kniehöckern eingeschlossen wird (Fig. 249 *Bs Ge Gi*).

Die Arme des Vierhügels endigen vielleicht alle wie die übrigen Stabkranzbündel in dem ihrer Hemisphäre gleichseitigen Ganglion. Die medialen Kreuzungen liegen jenseits ihrer Unterbrechung durch Zellen des Vierhügels und gehören den Hirnschenkelbündeln nach ihrem Ursprunge aus der Vierhügelmasse an.

Unterliegt dieses Verhalten der Vierhügelarme keinem Zweifel bezüglich der tiefern sofort die Gangliensubstanz betretenden Bündel, so darf man es andererseits auch für zuvor an der Markdecke des Vierhügels betheiligte Bündel der Arme mit Sicherheit aussprechen, und zwar, weil die Zellen des Vierhügels nicht nur der grauen Masse der Kerne, sondern als reichliche Einstreuung auch schon den äussersten Lagen der Gürtelschichte angehören, so dass diese Bündel des Stabkranzes keineswegs erst jenseits der Mitte in die Tiefe der Kerne einzugehen brauchen, um Endigungszellen zu finden. Nicht so offen liegt das Verhältniss der vordersten Bündel des oberen Vierhügelarmes zur Kreuzung vor Augen, welche in Querabschnitten durch das Affengehirn in sehr lockerer, von Sehhügelmasse durchsetzter Anordnung den Thalamus durchbrechen, während sie als sehr compacte unaufgelöste Bündel durch den obern Zweihügel treten. Doch bleibt es wahrscheinlich, dass die genannten, noch näher zu erforschenden Bündel dennoch in dem gleichseitigen Vierhügelganglion endigen, indem sie nahe der Mittellinie umbeugen und nach rückwärts laufen können, um sich erst dann zu kreuzen. Dieser Voraussetzung entspräche der in Längsabschnitten durch den oberen Zweihügel ersichtliche longitudinale

Verlauf fein in die graue Substanz vertheilter Bündel (Fig. 241 Q'), die vom Eintritt des oberen Vierhügelarmes aus zu weit nach rückwärts gelegenen Stellen der medialen Kreuzung ziehen.

Dass sich dem Arme des unteren Zweihügels während seiner Bedeckung durch den inneren Kniehöcker Bündel aus dem Tractus opticus beigesellen, wurde schon angegeben.

Die graue Substanz des Vierhügels gehört an der Innenfläche desselben ganz so wie das Grau der Innenfläche des Sehhügels zum centralen Höhlengrau. Sie bildet als graue Umgebung des Aquaeductus die Fortsetzung der Auskleidung des 3. Ventrikels. Auch hier soll die Beschreibung dieses von den Vierhügelganglien zu sondernden Grau vorangehen, weil seine Gegenwart und die innige Verbindung mit ersteren eine Richtung der Bedeutung des Vierhügels ins Klare setzt. Das centrale Höhlengrau um den Aquaeductus Sylvii wird nach hinten von den Kreuzungen des Vierhügelmarkes nach vorne vom Durchschnitte der hinteren Längsbündel begränzt (Figg. 249, 250 *A'*, *Xp*, *B*×, *L*). Seitlich ist sein Querschnitt im oberen Zweihügel von scharf gezeichneten Randfasern, welche zur Haube ziehen, umsäumt, während im Querschnitte des unteren Zweihügels eine nicht minder scharfe Grenzlinie durch eine in der Wand der Wasserleitung selbst allmälig entwickelte Kette von Querschnitten zu Stande kommt, die nach aussen vom hinteren Längsbündel liegen (absteigende Quintuswurzeln Fig. 250 5'). Die Lichtung der Wasserleitung, mit pallisadenförmigen Epitelien ausgekleidet, wurde in ihren, in verschiedenen Höhlen wechselnde Durchschnittsformen von Gerlach beschrieben. Wenn man durch eine quere Linie, im obern Zweihügel vor ihm, im untern durch den Aquaeduct gezogen, das rings umgebende Höhlengrau in zwei Halbkreise scheidet, so besteht die Bevölkerung des hinteren Halbringes aus kleinen, 25 μ langen und 5 μ breiten Zellformen, in seinem vorderen Halbringe aber enthält dieser Querschnitt 30—50 μ lange und 15—25 μ breite Nervenkörper. Die grossen Körper kommen theils dünner gesät, theils in compacter Formation vor. Als letztere bilden sie in der Gegend des oberen Zweihügels, durch gleich zu besprechende Randfasern abgegränzt, den hinter dem hinteren Längsbündel, innerhalb der oberen Hälfte des untern Zweihügels aber in einer Excavation desselben liegenden Oculomotorio-Trochleariskern im engern Sinne. Demselben gehört im weitern Sinne allerdings auch die (nach abwärts nicht von ähnlichen Zellen der Eminentia teres abzugränzende) zerstreute Formation zu.

Der Oculomotorio-Trochleariskern steht 1. mit geraden Fasern der Raphe (Fig. 249 *III P'*) in Verbindung, welche, soweit sie nicht schon mit ganz gleichwerthigen, in die Raphe selbst eingestreuten Zellen sich verbinden, mit innersten Bündeln in die zerstreute Formation des genannten Kernes auseinanderfahren, mit mittlern und äussern aber in dessen compacten Antheil eingehen. Dabei bilden sie nach innen convexe feinbündelige Curven, denen die innern, etwas kleinern Nervenkörper des Kernes eminent parallel

stehen. Zwischen vorliegender periferer Endigung dieser Fibrae rectae und ihrem centralen Ursprung liegt eine spitzwinklige Durchkreuzung. Sie entspringen aus dem Linsenkern, als innerste, dem tiefen Stratum der Ansa peduncularis angehörige Bündel des Hirnschenkelfusses. Sie sind für den Oculomotorio-Trochleariskern das, was die Pyramidenkreuzungsbündel für die Ursprungskerne der vordern Rückenmarkswurzeln sind.

Sie sind darum die kürzesten Bündel des Hirnschenkelsystems, weil sie, aus dem Linsenkern entsprungen, bereits in den höchstgelegenen der motorischen Ursprungskerne sich einsenken und hier im centralen Höhlengrau ihr peripheres Ende erreichen.

2. Entspringen aus der Masse des Oculomotorio-Trochleariskerns, in welcher diese Bündel endigten, die Oculomotoriuswurzeln (Fig. 249 *III*): als mächtige nach vorne durch die Hauben zur Innenseite des Hirnschenkelfusses verlaufende, nach aussen (gleichsam als Fortsetzung der Curve der Fibrae rectae) geschwungene Bündel, die zum Theil den rothen Kern der Haube durchsetzen, zum Theil einwärts von ihm gelegen sind. Hält man sich vor Augen, dass irgend welche im Linsenkerne endigende Bündel des Stabkranzes das obere Glied einer Projectionsbahn darstellen, deren zweites Glied, dort entspringend, als gekreuzte Fibrae rectae der Raphe in den Oculomotoriuskern ausläuft, nachdem es im Fuss des Hirnschenkels verlief, und deren drittes Glied im Nervus oculomotorius gegeben ist, so bildet diese leicht übersichtliche Gliederung ein Schema für den Verlauf jener Projectionsmassen, welche durch die vordere Bahn des Hirnschenkels, durch seinen Fuss, zu den gesammten motorischen Nervenwurzeln führen. Die Mächtigkeit der Bündel, also die Fasernanzahl der eintretenden Hirnschenkelbündel, so wie auch das Caliber ihrer Fasern ist weit geringer, als in den austretenden Wurzeln, daher hier ersichtlich der gewiss vielörtlich berechtigte Lehrsatz von Deiters sich ausprägt, dass mit der Unterbrechung der Fasern in einem centralen Kerne auch eine Umwandlung ihrer Beschaffenheit einhergehe.

3. Entspringen aus demselben Kern die Wurzeln des Nervus trochlearis. Die Kreuzungsstelle dieses Nervenpaares liegt, wie Stilling nachgewiesen, nicht centralwärts vom Ursprungskerne, sondern findet mittelst gegenseitiger Durcheinanderflechtung der Wurzelbündel selbst unmittelbar vor deren Austritt unterhalb des Vierhügels im Velum medullare Statt (Fig. 251 4).

Die Vertretung durch gekreuzte Fibrae rectae im Hirnschenkel dürfte demnach dem Trochlearis mit dem Oculomotorius nicht gemeinsam sein, wenn man nicht eine wohl vom physiologischen Gesichtspunkt aus nicht begründete Rückkreuzung annehmen will. Die Trochleariswurzeln gehen in pinselförmiger Zerstreutheit hauptsächlich aus jenen etwas tieferen compacten Gebieten des gemeinsamen Kernes hervor, der in einer Excavation des hintern Längsbündels liegt. In Querschnitten durch die obere Hälfte des untern Zweihügels umgeben sie diesen Kern von hinten her als Randbündel. In Querschnitten durch dessen untere Hälfte erscheinen sie als compacte Querschnitte

an den Enden des queren Durchmessers der Umgebung des Aquaeductus (Fig. 250, 4).

Die Gesammtbahn des Trochlearis, deren Ursprungskern **vor** dem Aquaeductus und in der Gegend des **oberen** Zweihügels, deren Austrittsstelle **hinter** dem Aquaeductus und **unterhalb** des **unteren** Zweihügels liegt, muss nothwendig in einer von oben und vorne nach unten und hinten geneigten Ebene den Aquaeductus Sylvii umkreisen (Stilling). Dagegen beruht die Annahme einer zweiten Ursprungswurzel des Nervus trochlearis, welche Stilling und Deiters als sogenannte untere Bahn angenommen haben, auf einer Verwechslung mit absteigenden Quintuswurzeln, die allerdings dem Trochlearisaustritt sehr nahe kommen (Fig. 251, 5).



Fig. 250. **Durchsichtiger Querabschnitt aus der untern Hälfte des untern Zweihügels und den obersten Schichten der menschlichen Brücke.** *A* Der Aquaeductus in seinem centralen Höhlengrau. *Q* das Ganglion des untern Zweihügels. *B* × Kreuzung der Arme des untern Zweihügels. *S* Pedunculus des untern Zweihügels (Schleife). *m* hochliegendes Blatt der Schleife aus dem obern Zweihügel. *BA* der in Kreuzung mit dem entgegengesetzten begriffene Bindearm. *VS* Rückenmarksbündel der hintern Brückenabtheilung nach innen vom Bindearm. 4 Querschnitt einer Trochleariswurzel. *L* hinteres Längsbündel. 5 die Zellen der Substantia ferruginea. 5' absteigende Quintuswurzeln mit blasenförmigen Ursprungszellen. *P* Fortsetzung des Hirnschenkelfusses in der vordern Brückenabtheilung. *Trp* Tiefliegende Querbündel des Brückenarmes. *Trs* Oberflächliche Querbündel des Brückenarmes.

Schon im obern Zweihügel schliesst das centrale Höhlengrau ausser der **medial** gelegenen Ursprungsmasse **motorischer** Nervenwurzeln auch eine **lateral** gelegene **sensorische** Bahn ein, nämlich **Quintuswurzeln**. Diese entspringen hier am äussersten Saume des Grau um den Aquaeductus Sylvii von Häufchen grosser blasenförmiger Zellen von 60 μ Länge und 45—50 μ Breite (Fig. 249, V) und formiren nach und nach eine Kette von Bündelquerschnitten, welche der Aussenseite des dickwandigen Rohres der Wasserleitung, in einen flachen Bogen geordnet, anliegen (Fig. 250 u. 251, 5').

So sieht man schon in dieser Höhe ein durch das ganze centrale Höhlengrau gleichbleibendes Verhältniss der Lagerung motorischer und sensorischer Ursprungsmassen, von denen gesetzmässig den ersteren die Lage

neben der Mittellinie und vorne, den letzteren eine seitliche, zugleich hintere Lage zukommt, wodurch ihre Nerven vordern und hintern Rückenmarkswurzeln analog sind.

Es wird sich aber in Brücke und Oblongata, worauf Deiters mit Recht hingewiesen, noch eine mittlere seitliche Bahn von Hirnnervenwurzeln zwischen der medialen und lateralen (hinteren) gelegen, entwickeln.

Die Zellen, aus welchen jene Quintusbündel entspringen, sind in instructiver Weise von der Zellenform im Oculomotorio-Trochleariskern verschieden. Erstere sind blasenförmig aufgebläht, fortsatzarm, die Fortsätze dünn, wie der Strohhalm von der Seifenblase, sich schroff absetzend. Letztere sind gleichfalls gross, aber schlank, fortsatzreich, ihr Caliber verjüngt sich allmälig in das der Fortsätze. Erstere gleichen den Zellen in den Interspinalganglien, letztere denen der vordern Rückenmarkshörner.



Fig. 251. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke. Austrittsgebiet des nervus Trochlearis. *A* centrales Höhlengrau um den Aquaeductus. 4 Trochleariskreuzung in der obern Hirnklappe. 4' Querschnitt eines Trochlearisbündels. 5 substantia ferruginea. 5' Kette absteigender Quintuswurzeln. *L* hinteres Längsbündel. *B A* der aus der Kreuzung hervortretende Querschnitt des Bindearmes. *VS* Rückenmarksbündel nach innen vom Bindearm. *m* Schleifenschicht aus dem obern Zweihügel. *S* Schleifenschicht aus dem untern Zweihügel.

Nicht Grössenunterschiede, wohl aber eine andersartige scharfe morphologische Kennzeichnung lassen hier Typen sensorischer und motorischer Ursprungszellen auseinanderhalten.

Bei Säugethieren besonders deutlich, reicht von der Mittelfurche des Vierhügels aus bis zum obern Rand des Epitels der Wasserleitung eine dunkle Linie, eine Art Naht, welche ich bei der Katze als ein mit Gefässen hereintretendes medianes Blatt faserigen Bindegewebes erkenne, das sich um die hintere Spitze des Canals ganz wie der Bindegewebsfortsatz aus der Hinterspalte im Rückenmark spaltet und nach welchem die fadenförmigen Enden der hintersten Epitelzellen tendiren. Bei Hunden sah ich in dieser Lamelle sternförmige und oblonge Zellen; auch bei Menschen findet sie sich als dunkle Linie angedeutet, am deutlichsten im untern Zweihügel.

Von den Ganglien des Vierhügels stellt sich im Querschnitt der obere Zweihügel als eine jederseits planconvexe Linse dar, deren Grundfläche auf den aus der mittlern Kreuzung nach aussen und vorn ziehenden Hirnschenkelbündeln aufruht, der untere Zweihügel aber als biconvexe zarter, doch schärfer begränzte Linse, deren unterer Rand wieder von den innersten Bündeln des aus ihm hervorgehenden Hirnschenkelantheils umschrieben wird.

Die Grösse der Nervenzellen im Vierhügel zeigt bedeutende Abstände, im Allgemeinen herrschen kleine Formen von 15—21 μ Länge und 5 μ Breite vor und finden sich in den oberflächlicheren Schichten beider Zweihügel aus-

schliesslich. In den tiefern Lagen jedoch und mehr gegen die mittleren Partien des Querschnitts finden sich (vielleicht überwiegend im obern Zweihügel) sehr grosse Formen von 45 bis 90 μ Länge und 40 bis 30 μ Breite. Die Richtung der Hauptaxen der Nervenkörper ist eine dreifache, 1. sind sie mit der Oberfläche concentrisch gestellt, was besonders innerhalb der oberflächlichen Ausbreitung des Markes der Arme, z. B. längs der Convexität des untern Zweihügels deutlich ist; 2. sind viele longitudinal von vorn nach hinten gerichtet, besonders längs der innern Flächen des obern Zweihügels, entsprechend dem indirecten oben angegebenen Verlaufe des obern Zweihügelarmes nach der mittlern Kreuzung zu (Fig. 241 Q'). 3. findet sich eine Zahl radiär gestellt, gegen den Aquaeductus convergirend.

Eine bestimmte Anordnung radiär gestellter Zellen scheint für das Verständniss des Vierhügelbaues vor allem wichtig. Man sieht nämlich bei starker Vergrösserung am Querschnitte des tiefen Marklagers, welches Ganglienigrau und centrales Höhlengrau scheidet (Fig. 241 m), dass dasselbe von einer Zahl radiärer feiner Fibrillen durchsetzt wird. Diesen Fibrillen sind bis 45 μ lange und 10 μ breite spindelförmige Zellen eingeschaltet, die mit denselben einen nervösen Verbindungsapparat des Vierhügelgrau mit dem Grau des Aquaeductus Sylv. darstellen, in das die Ursprungsmassen der Augennerven eingesenkt sind. Durch diese Verbindung erscheinen die genannten grauen Massen als ein solidarisches Centrum, und die Morphologie entspricht so einem physiologischen Postulat, welches durch die Herrschaft der Erregungszustände der Retina über die Bewegung der Augenmusculatur sich aufwirft. Vielleicht darf man, so wie die Fibrae rectae des Oculomotoriuskernes die kürzesten Bündel des Fusses vom Hirnschenkel waren, diese Radiärfasern für denselben Kern den Rückenmarksbündeln der Haube analog setzen, die ja eben auch motorische Ursprungskerne mit den Ursprungsganglien der Haube in Verbindung bringen.

Der Hirnschenkelursprung aus dem obern und untern Zweihügel gestaltet sich in einer für beide Ganglienpaare übereinstimmenden Weise. Aus den Ganglienmassen, welche die Vierhügelarme aufgenommen haben, gehen Bündel hervor, die abwärts von der hintern Commissur das dichte gekreuzte Mark der Mittellinie formiren. Von da tritt die mittelbare Fortsetzung des oberen Vierhügelarmes in feinen, mit kleinen gestreckten (18—25 μ langen, 5 μ breiten) Zellen gemengten Schrägzügen nach vor- und auswärts sich in einem haldmondförmigen Querschnitt sammelnd, dem Querschnitt eines anfangs vom untern Zweihügelarme gedeckten Bündelfächers, des obern Blattes der Schleife lemniscus (Figg. 249 Te, 250 m). Die Einmengung von Zellen in den bereits der Haube angehörigen Verlauf dieses Markes lässt auf eine nach abwärts zunehmende Fasernsumme schliessen. Der Haubenantheil des untern Zweihügels tritt in Bündeln nach vorne, welche als unteres Blatt des Lemniscus an ihrer Aussenfläche von einem sichelförmigen Antheile des obern Lemniscus bedeckt sind, grösstentheils aber die

freie Aussenfläche der Haube bilden. Sie bedecken dabei unmittelbar den in der Höhe ihres Vierhügelursprunges aus seiner medianen Kreuzung nach aussen tretenden Bindearm (Fig. 250 und 251 *m*, *S*, *B A*).

Die Organisation der Haube, welche sich als volle Continuität in die hintere Abtheilung der Brücke (Fig. 250) fortsetzt, ist eigentlich in den untersten Querschnittebenen des Hirnschenkels noch nicht fertig, sondern bekommt in den obersten Brückenebenen noch einen Zuwachs. Im Vierhügel reicht die Breite des Querschnitts der Schleifenschicht nicht bis zur Raphe, sondern hört etwa 5 mm seitwärts von derselben auf (Fig. 249 *m*). In den obersten Brückenquerschnittebenen aber reicht dieser vorderste, die übrige Haubenorganisation gleichsam tragende Bündelfächer bis zur Raphe (Fig. 251 *m*).

Dieses nach Einwärtsreichen wird aber keineswegs dadurch bewirkt, dass sich die Bündel der oberflächlichen Schleifenschichte nach innen schieben, sondern durch einen Zuwachs, der, wie Stilling richtig beobachtete, vom Fuss des Hirnschenkels hereintritt und die zwischen der Raphe und der Schleifenschichte vorhandene Lücke ausfüllt. Während nämlich durch die hereinbrechenden Querbündel des Brückenarms der (Fig. 249) compacte Querschnitt des Hirnschenkelfusses in secundäre Bündel zerklüftet wird (Fig. 250), schneidet das hinterste Querbündel des Brückenarms eine hinterste Partie des Hirnschenkelfusses ab, die in ihrem weitern Verlaufe als der innerste Antheil der Schleifenschichte zur Haube gehört. Trotzdem dieses Bündel in seinem Verlauf wechselnd dem Fuss und der Haube des Hirnschenkels angehört, ist doch seine morphologische Zugehörigkeit zur Haube, zur hintern Bahn des Hirnstammes darum zweifellos, weil es an der wesentlichen gemeinsamen Verlaufscharakteristik der Rückenmarksbündel des Fusses vom Hirnschenkel, an der Pyramidenkreuzung nicht Theil nimmt.

Somit muss ein noch unbekanntes Terrain der Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses mit zu den Ursprungsmassen der Haube des Hirnschenkels gezählt werden. Die Ursprungsganglien der Haube waren durch das Zusammentreffen sensorischer und motorischer Bahnen in ihrem Innern characterisirt, welches Unterscheidungsmerkmal von den Ganglien des Hirnschenkelfusses für das Verständniss der Duplicität des Rückenmarksursprungs wohl von höchstem Belang ist. Innerhalb der Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses gibt es aber in der That ein Gebiet, welches ähnlich, wie z. B. der Sehhügel mit der Retina, mit einer Sinnesoberfläche durch Einstrahlungen des Riechlappens verbunden ist, nämlich die basale Partie des Streifenhügelkopfes über der Lamina perforata anterior. Dieses Gebiet kennzeichnete sich zugleich durch einen nach Form und Ordnung der Nervenkörper abweichenden geweblichen Bau als eine mit dem Streifenhügel zwar verschmolzene, ihm aber keineswegs gleichartige Masse.

Der hypothetische Hinweis auf dieses Ursprungsgebiet von Bündeln des Hirnschenkelfusses ist vielleicht geeignet, die Richtung für eine entscheidende und eingehende Untersuchung über den Ursprung der nicht aus dem Vier-

hügel stammenden Bündel der (von REICHERT so genannten) Schleifenschichte anzudeuten.

Somit ist die Organisation der Haube in der Höhe vollendet, in welcher ihr unteres Ursprungsganglion, der Vierhügel aufhört. Sie besteht 1) aus dem Bindearm (Processus cerebelli ad cerebrum) in der Höhe des obern Zweihügels zum rothen Kern der Haube aufgebläht, in der des untern seiner Zellen entledigt; 2) aus dem hintern Längsbündel, das aus dem Ganglion der Ansa peduncularis entspringt; 3) aus einem durch die Bahn der hintern Commissur eintretenden gekreuzten Sehhügelursprung; 4) aus einem die Laminae medullares darstellenden ungekreuzten Sehhügelursprung; 5) aus dem vielleicht ungekreuzten Pedunculus des Ganglions der Habenula; 6) aus gekreuzten in der Zirbel entsprungenen Bündeln; 7) aus der Schleife vom obern Zweihügel, dem obern Blatte; 8) aus der Schleife vom untern Zweihügel, dem untern Blatte; 9) aus hintern Bündeln des Hirnschenkelfusses.

Ehe die Organisation der Haube zu einem Durchflechtungsgebiete der Kleinhirnarme wird, in welchem Bezug sie im Folgenden geschildert wird, unterliegt sie in der Höhe des obern Zweihügels einer Durchflechtung durch eine perifer in die grosse Quintuswurzel auslaufende Bahn. Hiedurch tritt dieser Abschnitt der Haube mit bestimmten Antheilen der Bündel des Vorderseitenstranges zur grossen Wurzel des fünften Paares in dasselbe morphologische Verhältniss, wie das verlängerte Mark, während in demselben der Vorderseitenstrang vom Hinterstrang des Rückenmarkes durchflochten wird, zu den hintern Rückenmarkswurzeln. Die p. 747 beschriebenen grossen Ursprungszellen absteigender Quintuswurzeln, welche, in Nestern beisammenliegend, im äussersten Saum des centralen Höhlengrau um den Aquaeduct sich einbetten, geben einem auffallenden Kreise von Randfasern desselben den Ursprung, deren Gesammtheit den Namen der Quintusstränge verdient. Diese Quintusstränge sind fast in der ganzen Höhe des obern Zweihügels zu einer dünnen (etwa 150 μ starken), den Tunnel der Wasserleitung umspannenden Markblase geordnet. Etwas unterhalb des Querdurchmessers der Wasserleitungswandung gehen sie aus diesem Uebereinander der Anordnung in ein im Querschnitte entwickeltes breiteres Nebeneinander über, indem sie sich fontainenartig entbündeln und theils zwischen hinterem Längsbündel und rothem Kern der Haube, theils nach aussen von letzterm die Querschnitte des Rückenmarksursprungs aus dem Sehhügel (also mit Ausschluss der Schleifenschicht) durchflechten. Der erstgenannte Zug tritt dann ersichtlich über die Mittellinie und lässt sich, während er die untere Periferie des rothen Kerns umgreift, weit nach aussen verfolgen. Sowohl diesseits, als jenseits der Kreuzungsstelle sind diesen aus dem Quintusstrang hervorgehenden Fibrae arcuatae 60 μ lange, 15 μ breite, beim erwachsenen Menschen pigmentirte Nervenkörper eingestreut, deren Fortsätze einen Zusammenhang zwischen den Ursprüngen motorischer Rückenmarksstränge und den Bogenbündeln der Quintusstränge vermitteln.

Ein Rückblick auf die Organisation der Haube lässt zwei im Bau ihrer Ganglien liegende fundamentale Unterschiede vom Fusse des Hirnschenkels hervortreten, die geeignet sind, die differente Bedeutung dieser beiden Ursprungsbahnen des Rückenmarkes würdigen zu lassen:

Erstens kennzeichnet sich die Haube durch das Zusammentreffen des Tractus opticus und des Ursprunges von (motorischen) Rückenmarkssträngen in denselben grauen Massen einerseits, sowie andererseits durch die Communication der Quintusstränge mit erstern Strängen unter Vermittlung multipolarer Nervenzellen als ein Uebertragungsgebiet centripetaler Erregung auf Bewegung. Die Ganglien des Hirnschenkelfusses dagegen, ohne Verknüpfung mit Sinnesoberflächen, weisen auf eine andere Erregungsquelle für ihre motorische Leistung hin, nämlich auf die Erregungszustände der Grosshirnlappen.

Zweitens kennzeichnen sich die Ursprungsmassen der Haube als Herde, in welchen durch anatomische Anordnung Mechanismen bestimmter Bewegungsformen gegeben sind, die durch die ebenerwähnten centripetalen Impulse ausgelöst werden können. Diese Kennzeichnung verleihen ihnen die so differenten Ursprungsformen der Rückenmarksstränge in diesen Ganglien und hauptsächlich der theils gekreuzte, theils ungekreuzte Ursprung derselben aus einem und demselben Ganglion (Sehhügel). Als Folge davon lässt sich erwarten, dass eine das Ganglion einer Seite treffende Innervation ungleichnamige Muskeln beider Körperhälften in ein für bestimmte Bewegungsformen nöthiges Zusammenwirken versetzen wird. Die Voraussetzung, das derartig sich Coordinationsmechanismen anatomisch verrathen könnten, hat schon Schrödfr v. d. Kolk ausgesprochen, bewogen durch den Anschein eines mit dem gekreuzten Ursprung des Nervus oculomotorius contrastirenden ungekreuzten Ursprunges des Nervus abducens, welches Verhältniss weiter unten seine Würdigung finden wird.

Im Gegensatz dazu sind die Bündel je eines Hirnschenkelfusses in ihrem Ursprung vollkommen aus Ganglien derselben Seite hervorgegangen, und wie sich im Weitern zeigen wird, haben sie, soweit Rückenmarksbündel dabei in Betracht kommen, eine allen gemeinsame Kreuzungsstelle im Verlaufe der Pyramide des verlängerten Markes.

Die Ganglien am Hirnschenkelfusse scheinen daher nicht die Herde der Zusammenordnung bestimmter Bewegungsformen zu sein, bei denen z. B. ungleichnamige Muskeln beider Körperhälften zusammenwirken. Hier dürfte die Gruppirung der Bewegungsakte nothwendigerweise schon in dem Centrum geleistet werden, das die Ganglien des Hirnschenkelfusses centrifugal innervirt, in den Grosshirnlappen durch die Leistung ihrer als Associationssysteme wirksamen Bogenbündel.

4. Das Gebiet der Einflechtung der Kleinhirnarme in das Projectionssystem.

Sollte gleich folgerichtig der Betrachtung dieser Region die Kenntniss des Kleinhirnes vorausgehen, jenes Centrums, das hier grösstentheils mittelst

transversaler Durchflechtung und durch Vermittlung grauer Substanz des Projectionssystems sich bemächtigt, so wird doch andererseits die nach unserer heutigen Kenntniss höchst lückenhafte Darstellung dieses centralen Organes einigermassen an Licht gewinnen, wenn sie nicht vorangestellt wird, sondern wenn vorerst die Verknüpfungen des Kleinhirnes mit anderen Hirnorganen, und dadurch vielleicht irgend eine Seite seiner Bedeutung vor Augen gelegt werden.

Die äussere Gestaltung, welche dieses Durchflechtungsgebiet des Projectionssystemes an der Hirnbasis annimmt, umfasst die Oberfläche der Brücke und der obern Hälfte der Oblongata. Zwischen dem menschlichen Gehirne mit denen der meisten Affen und den Gehirnen fast aller übrigen Säugethiere bietet die Basalansicht durchgreifende Unterschiede der Massenverhältnisse, anscheinend sogar der Art der Organe dar. Nur die Wassersäuger zeigen in diesem Gebiete wieder eine, dem höher entwickelten Affenhirne und dem menschlichen Gehirne ähnliche Bildung.

Die Massenunterschiede beziehen sich auf das Zurückbleiben der Brücke und der Pyramide der Säugethiere, sowie gegentheilig auf eine unvergleichliche Massenhaftigkeit der hintern Abtheilung der Oblongata, der Fortsetzung der Haube des Hirnschenkels. Die Formverschiedenheiten bestehen darin, dass beim Menschen drei Längserhabenheiten die Basalfläche des bezüglichen Oblongatenabschnittes markiren: 1. die Pyramiden, 2. die Oliven, 3. der Kleinhirnstiel, während bei den Säugethieren zu oberst neben den Pyramiden ein dem Menschen anscheinend fehlendes Organ, das Corpus trapezoides als ein bis in den Kleinhirnstiel reichendes dickes plastisch vortretendes Querband auftritt, und andererseits die Olive der menschlichen Oblongata zu fehlen scheint.

Eine Art Zwitterbildung findet sich in dieser Hinsicht an Gehirnen von Affen (Pavian), indem Corpus trapezoides und Olive, beide aber schwach entwickelt, neben einander sich vorfinden. Bei Halbaffen aber (Lemur) fand ich bereits das Corpus trapezoides allein.

Jedoch ist es leicht, sich zu überzeugen, dass dieses Auftreten und Fehlen eines Organs nur ein Anschein ist, der durch quantitative Entwicklungsunterschiede hervorgebracht wird. Denn das Corpus trapezoides besteht eben aus hinter der Pyramide liegenden Querbündeln, die durch die längere Brücke des Menschen noch bedeckt werden, wegen der Verkürzung der Brücke bei Säugethieren aber frei liegen, und die untere Olive zeigt sich am Oblongatenquerschnitt aller Säugethiere als vorhanden, nur ist sie hinter die Pyramide gerückt, springt daher nicht äusserlich neben derselben vor.

Weiterhin wird man aber bei einiger Besinnung inne, dass diese Formunterschiede an der Oblongata nichts anderes, als eine erklärliche Folge des Massenunterschiedes in der Entwicklung der Grosshirnlappen zwischen Menschen und Säugethieren sind, so dass wir eine weit wirkende morphologische Harmonie

in der Gestaltung der höchsten und der untersten Abschnitte des Gehirnes nicht zu verkennen vermögen.

Den Schlüssel zu dieser morphologischen Einsicht gibt die im Vorhergehenden beleuchtete Thatsache, dass der Fuss des Hirnschenkels in geradem Verhältnisse Schritt hält mit der Massenentwicklung der Grosshirnlappen.

War nämlich der Fuss des Hirnschenkels in seiner Mächtigkeit eine Dependenz der Hemisphärenmassen, und treten Bündel des Hirnschenkelfusses durch die vordere Abtheilung der Brückenorganisation in das Kleinhirn, wie aus der Dickenabnahme dieser Bahn in der Pyramide erhellt, so wird die Brücke desto höher sein, je mächtiger der Hirnschenkelfuss war, im Gegentheil desto niedriger. Die Brücke ist darum beim Menschen hoch, bei Säugethieren niedrig. Sind tiefere Lagen von Querbündeln in der menschlichen Brücke unabhängig von der Mächtigkeit des Hirnschenkelfusses, so werden diese, wenn durch Unzulänglichkeit des letzteren die Brücke kurz ist, in bestimmter Höhe hinter und neben der Pyramide unbedeckt erscheinen. Dies ist in geringem Masse schon bei Affengehirnen mit schwächerer Grosshirnlappenentwicklung, bei den Halbaffen schon sehr vollständig der Fall, sie werden als Corpus trapezoides an den Säugethierhirnen sichtbar. Wenn dagegen die beim Menschen mächtigere Fortsetzung des Hirnschenkelfusses, die Pyramide, für die Entwicklung ihres Querschnittes im medialen Gebiete der Oblongata Raum beansprucht, so wird sie zugleich die im Säugethiertypus hinter den Pyramiden liegenden Oliven aus dieser medianen Lage nach aussen drängen, und die Oliven werden frei neben den Pyramiden sichtbar werden.

Hiezu wird noch beitragen, dass in geradem Verhältniss zu den Grosshirnlappen die Seitentheile des Kleinhirns wachsen, und dass ein in gleichem Masse zunehmendes Ganglion der Kleinhirnhalbkugeln, der Nucleus dentatus, eine parallele Massenentwickelung mit der unteren Olive einhält. Es wird also auch deren absolute Grösse mit der Entwicklung der Grosshirnlappen wachsen und ihr plastisches Hervortreten an der Oblongata vermehren.

Die Bindearme mit dem obern Marksegel.

Der Ausdruck »Durchflechtung des Projectionssystems durch das Kleinhirn« erschöpft eigentlich die morphologischen Vorgänge nicht, die diesen Abschnitt charakterisiren, denn in Wahrheit ist ein grosser Theil der Bündel, die zwischen denen des Projectionssystems in die Kleinhirnarme einlenken, nicht bloss in der Brücke und obern Oblongatenhälfte demselben beigemengt, sondern im Durchschnitt des Hirnschenkels schon mit eingeschlossen. In erster Linie bezieht sich diess auf den Bindearm, welcher noch weiter höhern Abschnitten des Projectionssystems, dem Mark der Grosshirnlappen selbst schon als ein Stabkranzbündel beigesellt war, bevor seine Bündel im Querschnitte des rothen Kernes der Haube sich gesammelt hatten.

Es handelt sich also wesentlich um eine Lostrennung der Bindearmfasern von dem Projectionssystem, um ein Freiwerden derselben als selbstständige, in das Kleinhirn ziehende Fasermasse, wobei die Bündel dieses Markkörpers die folgenden Phasen der Anordnung durchmachen.

Während die Bindearmbündel im Hirnschenkelgebiete vor dem obern Zweihügel durch feinkörnige graue Bindesubstanz mit zwei Calibern von Nervenzellen (45 μ langen, 15 μ dicken und 15 μ langen, 3 μ dicken) zum rothen Kern auseinandergedrängt waren, wird der Bindearm durch Ausfall der feinkörnigen grauen Masse noch in der unteren Hälfte des obern Zweihügels auf ein reines Markfeld reducirt, das selbstverständlich von geringerem Umfang als der rothe Kern ist.

Dieses Markfeld ist aber nur von der Bindesubstanz des rothen Kernes frei geworden, Nervenkörper enthält es in reichlicher Menge und es sind dieselben auch noch in die nach und aus der Kreuzung führenden Verlaufsstrecken der Bündel des Bindearms eingestreut. Diese Nervenkörper aber zeigen eine auffallende und eigenthümliche Anordnung, indem sie weniger den Nervenbündeln, als den Capillaren und feinsten arteriellen Gefässchen parallel gestellt, ihren Wandungen angeschmiegt, ihren Astwinkeln adäquat gebogen erscheinen, und indem lange starke Fortsätze dieser grossen (45 μ langen und 15 μ dicken) Nervenkörper längs und mit, wahrscheinlich in der Gefässwand weiterlaufen. Dieses Verhalten ist bereits im rothen Kern, darnach aber bis jenseits der Kreuzungsstelle nachzuweisen und erst unterhalb des Vierhügels wird der Bindearm frei von Nervenkörpern. Hier scheinen mitten im Centralorgane die Hirncapillaren gleichsam eine Peripherie für Endigung von Zellfortsätzen darzustellen und es werden weitere Untersuchungen ergeben, ob das Hirnschenkelgebiet des Bindearmverlaufes der einzige Schauplatz eines derartigen Verhältnisses sei.

Das Markfeld des Bindearms rückt sehr nahe an die Raphe, erscheint aber nirgends als reiner Querschnitt, sondern schon in der erwähnten Höhe vor der unteren Hälfte des oberen Zweihügels sind demselben eine grosse Summe von Querlinien beigemengt, in welche Querschnittsantheile des Bindearms umbeugen, um von der rechten auf die linke Seite, und umgekehrt, sich durchkreuzend, überzutreten. Die Kreuzung liegt zwischen dem hinteren Längsbündel und der Schleifenschichte; die übrigen Rückenmarkbündel der Haube hat der Bindearm alle nach aussen von sich hingedrängt. Aus der Kreuzung treten die Bindearmbündel nach aussen bis zur Innenfläche des unteren Schleifenbündels (aus dem untern Zweihügel), welches somit die Bedeckung des gekreuzten Bindearms bildet.

Je mehr die Bindearmkreuzung und die Formirung der gekreuzten Bindearme (welcher Vorgang in das Gebiet der untern Hälfte des untern Zweihügels und des Trochlearisaustritts fällt) sich vollendet (Fig. 250 und 251 *A*), desto mehr concentrirt sich die Kreuzungsstelle in die vordere Hälfte der hintern Brückenabtheilung. Der beiderseitige Bindearm bildet dabei ein nach

vorne geschlossenes Hufeisen, in dessen hinterer Oeffnung das überwiegende Areal derjenigen Rückenmarksantheile des Haubenquerschnitts eingeschlossen liegt, die den Raum zwischen hinterm Längsbündel und Schleifenschicht ausfüllen. Nur ein schmaler Antheil derselben verbleibt nach vorn von der Bindearmkreuzung zwischen ihr und der Schleifenschicht. Ihre Anordnung ist in diesem Gebiete ganz von dem Vorgang jener Kreuzung beherrscht, durch welche sie durchflochten, verdrängt, und zwar, so lange der Bindearmquerschnitt median liegt, nach aussen, sobald er eine seitliche Lage gewinnt, wieder nach einwärts geschoben werden.

In Fig. 252 zeigt sich eine neue Phase des Bindearmverlaufes. Nach vollendeter Kreuzung, welche wohl nach Stilling's Darstellung als eine totale, nicht wie Arnold noch später behauptete, als blos partielle aufzufassen ist, erhebt sich der Bindearm frei nach aussen und oben aus seiner bisherigen Einbettung in die hintere Abtheilung des Projectionssystems (Fig. 252). Oberhalb der grössten Convexität der Brücke ist er noch von einem nach vorne mächtigen Antheil des tiefliegenden Blattes der Schleife S bedeckt (Fig. 252 [links] *SA*), wird dann gegenüber der grössten Brückenconvexität vollständig frei, ist aber bereits in den Quintusursprungsebenen in die Markmasse des Kleinhirns eingesenkt (Fig. 253 *A*), zunächst von den anderen Armen des Kleinhirns bedeckt, sich weiterhin mit der grauen Substanz des gezackten Kernes verbindend.

Bildete er in seinen freien Verlaufsstrecken die Seitenwand der vierten Gehirnkammer, so ist er von seiner Verschmelzung mit dem Kleinhirnmark an nur ein Bestandtheil des mächtigen Markdaches, mit welchem die untere Kleinhirnfläche den grauen Boden der Rautengrube überwölbt. Auf dem Wege zwischen Vierhügel und Kleinhirn compliciren sich die Bindearme durch Einschliessung des obern Marksegels oder der mittlern Hirnklappe (Fig. 250, 252 *V*) nach Burdach's Ausdrucke zum Bindesysteme des Kleinhirns. Diese Hirnklappe, die Fortsetzung des Vierhügelbändchens (Frenulum) verdient den Namen eines Processus cerebelli ad corpus quadrigeminum, den man irrthümlicher Weise dem Bindearm beigelegt hatte, was schon Arnold beleuchtete.

In der Substanz der Klappe verweben sich drei Arten von Markbündeln: 1. die Hauptmasse ihres Markes sind die Bündel des Frenulums; 2. im obern Beginn ihres Verlaufes sind diesen Hauptbündeln der Klappe die mächtigen, sich kreuzenden Querbündel der Trochleariswurzel eingeflochten (Fig. 251, 4); 3. schliesst die Hirnklappe auch noch Längsbündel aus dem Oberwurm des Kleinhirns ein, die innerhalb derselben die Mittellinie überschreiten und nahe dem untern Vierhügelrande mit nach oben sehender Convexität umbeugen, um als hinterste Bündel des untern Blattes der Schleife mit letzterm in der hintern Brückenabtheilung nach dem Rückenmark zu verlaufen.

Letztere Verlaufsbündel der Klappe treten entweder als eine so häufige Anomalie auf, dass Hirschfeld durch die Darstellung derselben als reguläre

Bildung in seinen Abbildungen des Gehirnes jedenfalls keinen grossen Fehler begeht, oder sie sind (bei ungleich mächtiger äusserer Ausprägung) wirklich constant.

Da sich ergeben wird, dass gar keine Bündel des Vorderseitenstranges vom Rückenmark direkt aus dem Kleinhirne hervorgehen, wohl aber Bündel des Hinterstranges, so werden die der Hirnklappe angehörigen innersten oder hintersten Bündel des tiefliegenden Blattes der Schleife im Rückenmark wahrscheinlich zu Antheilen des letzteren werden.

Wäre übrigens die Auffassung dieser Bildung als eine sehr häufige Anomalie berechtigt, dann fiele eine solche Verlaufsabweichung des Hinterstrangursprunges aus dem Kleinhirn in Form einer auf eine Strecke weit vom übrigen entsprechenden Hinterstrangsantheil abirrenden Wegschleife noch in eine mit dem wesentlichen Typus harmonirende Breite von Anomalie, während aber ein nur ausnahmsweises Hervorgehen von Vorderseitenstrangsbündeln aus dem Kleinhirn ein wahrhaft atypisches Vorkommniss wäre. Der Bindearm bleibt auf seinem Wege zum Kleinhirn übrigens kein ganz unvermengter Querschnitt, sondern wird in den Ursprungsebenen des Quintus von aus dem Kleinhirn stammenden Antheilen seiner grossen Wurzel durchsetzt (zum Theile bedeckt Fig. 252 und 253 *A'* 5*d*), weiter abwärts aber, wie noch zur Sprache kommt, auch von Bündeln des Nervus acusticus, die sogar eine sehr ansehnliche Masse darstellen.

Die Brückenarme mit der Fortsetzung des Hirnschenkelfusses.

So wie die Bündel der Bindearme, so sind auch die der Brückenarme mittelbar schon im Projectionssysteme der Grosshirnlappen vertreten.

Indem die Einstrahlung aus der Grosshirnrinde in den Linsenkern und den geschwänzten Kern mächtiger als der aus ihnen entspringende Hirnschenkelfuss ist, muss man wohl alle Bündel des letztern als eine mittelbare Fortsetzung des Stabkranzes ansehen, einschliesslich derer, welche nicht durch die Pyramide zum Rückenmark gelangen, sondern in der Brücke für das Projectionssystem verloren gehen.

Während der Hirnschenkelfuss durch die Querzüge des Brückenarms (Fig. 250, 252, 254 *Trs*, *Tr O*, *P*) in secundäre Bündel zerfällt, nehmen gleichzeitig deren Durchmesser dadurch ab, dass unter Zerspaltung von Hirnschenkelbündeln in sehr feine Kaliber ein Antheil ihrer Fasern sich mit Endigungszellen von 30 μ Länge und 12 μ Dicke verbindet.

Diese Nervenkörper finden sich aber nicht allein an den Rändern der Durchschnitte secundärer Hirnschenkelbündel, wo diese mit den durchgeflochtenen Bündeln des Brückenarmes augenscheinlich in Contact und Verbindung treten, sondern sie finden sich ausserdem 1. innerhalb des Areals der Hirnschenkeldurchschnitte, was dafür spricht, dass ein inniges Durchdringen von Brückenfasern und Pyramidenfasern im Querschnitt des Hirnschenkelfusses besteht, und 2. innerhalb der reinen Querfaserschichten an der Brückenober-

fläche und in den tiefen Schichten der vordern Brückenabtheilung, wo sie eben nur der Unterbrechung und Vermehrung der Kleinhirnbündel nach irgend einer Richtung hin dienen können.

Wenn man nach dem Anblick des Brückenquerschnitts die Bündel der Brückenarme in 1. oberflächliche, 2. durchflochtene und 3. tiefliegende eintheilt (Fig. 252 und 254 *Trs, P, Trp*), so wäre man versucht anzunehmen, dass etwa nur die mittlere Kategorie der Brückenquerbündel, die durchflochtenen mittelbare Antheile der Hirnschenkelfasern zum Kleinhirn führe, und namentlich schiene das tiefliegende Stratum ein räthselhaftes, ausser Beziehung zum Projectionssysteme stehendes Commissurengebiet des kleinen Gehirnes. Gewisse Anhaltspunkte nöthigen aber dazu, die einfache Annahme oberflächlicherer und tiefliegender, hintereinanderliegender, gekreuzter Querzüge der Brückenarme aufzugeben und dafür einen verschlungeneren Verlauf derselben anzunehmen, innerhalb welches auch die tiefliegenden Querfaserschichten nur Stücke von Bahnen darstellen, die mit den Bündeln des Projectionssystems durch Zellen verbunden sind. Der in Betracht kommenden Momente sind drei: 1. Die tiefliegende Querfaserschicht beginnt bekanntlich tiefer unten und hört schon höher oben auf, als die oberflächlichen Strata, wesshalb diese am obern und untern Brückenende über der Mittelspalte des Stammes hohl liegen (foramina coeca). Dies lässt sich zwanglos auf eine Abhängigkeit des Vorkommens der tiefen Querfaserschichten von den Endigungen der Hirnschenkelbündel in den Zellen der vordern Brückenabtheilung beziehen, vermöge deren in den obersten Ebenen, wo die Hirnschenkelquerschnitte noch nichts abgegeben haben (Fig. 250), so wie in den untersten Ebenen, wo die Pyramidenquerschnitte schon compact werden, und jene Abgabe aufgehört hat, die von ihr abhängigen tiefen Querbündel fehlen, dagegen in der Mitte der Brückenhöhe, als im Gebiete der reichlichsten Endigung von Hirnschenkelfasern sich zu ihrer grössten Mächtigkeit anhäufen. 2. Sieht man bekanntlich durchflochtene Bündel der einen Seite zu Bündeln der tiefen Querfaserschicht der andern Seite werden, nachdem sie in der Mittellinie eine Strecke weit nach hinten gezogen sind. 3. In allen Querabschnitten mit der tiefen Querfaserschichte finden sich Bündel, die sich um das Convolut der Hirnschenkelquerschnitte, nach aussen convex herumschlagen (Figg. 252 rechts, und 254). Nachdem sie von der Mittellinie her, also aus dem entgegengesetzten Brückenarm zwischen die Längsbündel als durchflochtene Querbündel eingedrungen waren, überschreiten sie als Bündel der tiefen Querfaserschichte in entgegengesetzter Richtung die Mittellinie zum zweiten male, um in den Brückenarm, der sie herführte, zurückzulaufen. Mit dieser Thatsache deckt sich nur folgende Theorie der Verlaufsweise der Brückenarme: Jedes Bündel des Brückenarmes tritt durch die oberflächliche Querbündelschicht über die Mittellinie, durchflicht dann die entgegengesetzten vordern Längsbündel und steht durch graue Substanz mit solchen in Verbindung. Darnach tritt es hinter den Längsbündeln, sie von aussen umgreifend, in die tiefe Querfaserschicht,

setzt noch einmal über die Mittellinie, und läuft durch denselben Brückenarm, der es herführte, wieder in das Kleinhirn zurück. Geht man bei dieser Anschauung vom Projectionssysteme aus, so formulirt sich der Verlauf dahin, dass jedes in der vordern Brückenabtheilung endigende Hirnschenkelbündel durch zwei Bündel des ungleichseitigen Brückenarmes im Kleinhirn vertreten wird, deren eines durch die oberflächliche, das andere durch die tiefe Querfaserschichte der Brücke verläuft. Hiedurch ist jeder Hirnschenkelfuss, sowie durch die Pyramidenkreuzung mit der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte, so durch den ungleichseitigen Brückenarm auch mit der entgegengesetzten Kleinhirnhalbkugel verbunden. Bei der constanten Theilnahme des Hirnschenkelfusses an den Atrophien des gleichseitigen Grosshirnlappens vermag vielleicht diese gekreuzte Verbindung des Kleinhirns mit dem Grosshirnlappen die häufige Complication jener Atrophie mit gekreuzter Atrophie der Halbkugeln des Kleinhirns zu erklären.

Die Kleinhirnschenkel mit der Fortsetzung der Haube.

Die Pedunculi cerebelli enthalten die dritte Form von Bündeln, welche in querem Verlaufe die Längsbündel des Projectionssystemes durchflechten. Das Verhältniss des Kleinhirnstieles (oder Kleinhirnschenkels) zum Projectionssystem unterscheidet sich von dem der beiden vorgenannten durchflechtenden Systeme dadurch, dass der Bindearm eine Verbindung zwischen Grosshirnlappen und Kleinhirn darstellt, die das Projectionssystem wirklich nur zu durchflechten scheint, dass der Brückenarm Theile des zweiten Gliedes vom Projectionssystem in das Kleinhirn führte, während der Kleinhirnschenkel einen wesentlichen Zuwachs zum Projectionssysteme und zwar aus dem Kleinhirn zum Hinterstrange des Rückenmarks herbeiführt. Der Querschnitt des Kleinhirnschenkels zerfällt nach Stilling's Unterscheidung in eine äussere und innere Abtheilung. In seinem für die Gehirnanatomie bahnbrechenden, grossartigen Werke über die Varolsbrücke nennt er die äussere Abtheilung (Fig. 257 *MFC*) den Strickkörper (corpus restiforme), ein mächtiges Bündel, dessen Herabtreten aus dem Kleinhirn in die Brückenhöhe zwischen dem Ursprung der obersten und der untersten Facialiswurzeln fällt (Fig. 254 *Cr*, Fig. 255 *St*). Das Corpus trapezoides der Säugethiere und das Stratum zonale, welches die Aussenfläche der Oblongata, insbesondere die untere Olive überzieht, sind die Entbündelungen seiner oberflächlichen Lagen (Figg. 257, 258 *ZZ*).

Die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles tritt ungefähr in derselben Brückenhöhe aus dem Kleinhirn, wie das Corpus restiforme (Figg. 254 *ZC* und 255 *H*) und gestaltet einen, nach innen von dessen ovalem Querschnitt gelegenen vierseitigen Querschnitt aus feinen Bündeln (Fig. 257 *SFC*). Mit Unrecht bezeichnete Stilling diese innere Abtheilung des Kleinhirnstieles als den Ursprung des zarten und Keilstranges. Denn ihre ersichtlich unmittelbar aus

dem Kleinhirn (Fig. 254 und 255) herabgestiegenen Bündel sind eine weit unmächtigere, und, als kleine, in diffuse graue Substanz mit sehr grossen Nervenkörpern eingebettete Querschnitte (Fig. 257 *SFC*) eine der Anordnung in den Keil- und zarten Strängen (Fig. 258 *SFC*) ganz unähnliche Formation. Neben den innen geflechtartigen, aussen compacten, durch die eingeschlossenen beiden Kernmassen aufgeblähten Querschnitten dieser bleibt sie, zwar nach unten zu fortwährend abnehmend, aber doch gesondert, erkennbar. Wenn demnach Deiters einerseits nicht berechtigt ist, jene Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles zu leugnen, die gerade aus dem Kleinhirn entspringen, so mögen sie andererseits allerdings nicht bis zum Hinterstrang des Rückenmarkes gelangen, sondern schon oberhalb des Centralcanals der Oblongata als Fibrae arcuatae in die Oblongata übergehen. Jedenfalls schiebt sich während ihres Verlaufes zwischen sie und den Strickkörper jene Strangformation ein, welche unter Einschluss der sie plastisch zum Keilstrange und zarten Strange aufblähenden Kerne wirklich in den Hinterstrang übergeht. Dass diese letztern, nach unten zunehmenden Markstränge die gekreuzte Fortsetzung des in demselben Masse sich erschöpfenden Strickkörpers sind, wird nachfolgend dargethan werden.

In der Masse des Kleinhirnschenkels, der von aussen gesehen continuirlich mit dem Hinterstrang erscheint, sind demnach 1. der Strickkörper, 2. die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles, 3. der Keilstrang und der zarte Strang zu sondern.

Ihr vollzähliges Nebeneinander fällt in die, zwischen den abgebildeten Querschnittebenen (Figg. 257 und 258) liegende Verlaufshöhe der Oblongata.

Das hintere Querschnittsfeld des Projectionssystemes.

Der Beschreibung jener Durchflechtung, welche von den an beiden Seiten des Projectionssystemes gelagerten Kleinhirnschenkeln aus das letztere durchgreift, muss eine Orientirung über das musivische Nebeneinander des ersteren vorangehen, wie es sich in verschiedenen Höhen gestaltet.

Nachdem dieses Querschnittfeld in dem obersten Drittheil der Brückenhöhe von der Durchflechtung des Bindearmes freigeworden war, wo derselbe sich zur Aussenfläche der hintern Brückenabtheilung als die Seitenwand der Rautengrube erhebt (Fig. 252 *A*), gesellen sich dem (zugleich mit dem Hirnschenkel geschilderten) Antheil der hintern Brückenabtheilung, welcher den Haubenursprung des Vorderseitenstranges vom Rückenmark darstellt, im Weiterverlaufe noch hinzu: 1. der Querschnitt des Schleifenantheils aus dem untern Zweihügel, der »Fuss der Schleife« (Fig. 252 u. 253 *S*), 2. der Querschnitt der aufsteigenden Quintuswurzel (Figg. 253 *Q*, 254, 257, 258 *S*), 3. der eben beschriebene Kleinhirnschenkel.

Der Haubenursprung des Vorderseitenstranges lässt nach zwei verschiedenen Richtungen differente Felder unterscheiden, und zwar hintereinander vom grauen Boden aus 1. das hintere Längsbündel, 2. das

(mittlere) motorische Feld, 3. die Schleifenschichte (Reichert). Ferner nebeneinander 1. die Gegend des Vorderstranges, als das neben der Raphe liegende Gebiet, das in der Brücke durch die Wurzeln des Nerv. abducens, in der Oblongata durch die Hypoglossuswurzeln eine seitliche Gränze bekommt; 2. die Gegend des Seitenstranges von dieser Gränze bis zur aufsteigenden Quintuswurzel, in der also der Fuss der Schleife eingeschlossen ist (Stilling).

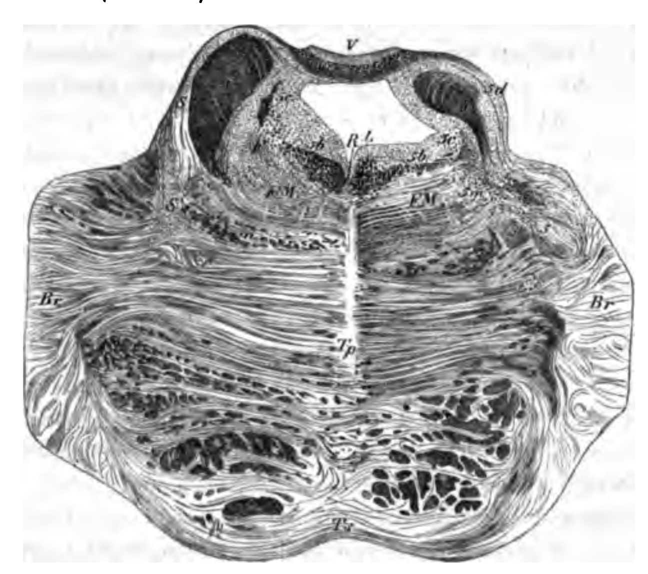


Fig. 252. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke in den Höhen ihrer grössten Convexität. Die linke Hälfte fällt über, die rechte Hälfte in die Ursprungsebenen der motorischen Quintuswurzel. *V* das obere Marksegel mit dem Züngelchen über dem 4. Ventrikel, der sich nach unten zu (also rechts) erweitert. *A* der Querschnitt des Bindearmes in der Seitenwand der 4. Kammer. *L* das hintere Längsbündel unter dem Boden der 4. Kammer. *S* das untere Blatt der Schleife, links noch den Bindearm bedeckend, rechts ein kreisförmiger, die gelatinöse Substanz (*S*) umgebender Markquerschnitt. *FM* das motorische Feld der hintern Brückenabtheilung. *S'* die Schleifenschicht Reichert's. *Br* der Brückenarm, (*Tp*) seine tiefen, (*Ts*) seine oberflächlichen Querbündel. *P* die Querschnitte des Hirnschenkelfusses. 5*m* der Ursprungskern der motorischen Quintuswurzeln, die nach aussen den Brückenarm durchsetzen (5). *F* substantia ferruginea anterior. 5*b*, 5*b* Bündel, welche aus der Substantia ferruginea, das hintere Längsbündel (*L*) durchflechtend und umgebend, quer über die Raphe treten, um rechts nach aussen vom hintern Längsbündel die innere Partie absteigender Quintuswurzeln zu formiren. Denselben gesellen sich, rechts den Innenrand des hintern Längsbündels umgreifend, Fibrae rectae der Raphe zu. 5*c* die äussere Partie der absteigenden Quintuswurzeln. 5*d* Antheile der grossen Quintuswurzel, die sich um den Bindearm schlagen. *R* die Raphe.

Das hintere Längsbündel, welches in einem (an durchsichtigen Längsabschnitten aus dem Gehirnstamme ersichtlichen) continuirlichem Verlaufe durch das verlängerte Mark hindurch in die hintersten Bündel des Rückenmarkvorderstranges sich fortsetzt, sowie die Schleifenschicht verdanken ihr compactes, optisch abgehobenes Ansehen dem schon in den obersten Höhen des Hirnstammes mächtigeren Caliber ihrer Markfasern. Die

übrigen Areale des fortgesetzten Haubengebietes gewinnen diese optische Compactheit erst weiter abwärts. Nach der Voraussetzung von Deiters kommt die Veränderung des Calibers immer erst jenseits der Einfügung von Nervenzellen in den Faserverlauf zu Stande.

Das Fortschreiten zu stärkern Calibern hält die Ordnung ein, dass in den Ursprungsebenen des Nerv. facialis die dem hintern Längsbündel und der Schleifenschicht anliegenden Theile der Vorderstränge fortschreitend compacter werden, und in den obersten Querschnittebenen der Oblongata bereits die ganzen Vorderstränge gleichmässig dicht erscheinen, während die Seitenstränge in der Mitte ihrer Breite erst am meisten nach abwärts das gleiche markige Ansehen erlangen.

Der Fuss der Schleife aus dem untern Zweihügel sammelt die Bündel dieses Markfächers in einen bis in die Facialisebenen beinahe ringförmigen Querschnitt (Figg. 252, 253 *S*), der eine compacte Masse von Zellen eines Calibers einschliesst, wie sie schon zwischen den Bündeln der Schleife, während sie noch den Bindearm bedeckt, zu finden sind. Diese Zellen mit Stilling gelatinöse Substanz zu nennen, verbietet ihr die Elemente der letztern bedeutend übertreffendes Caliber von 30 μ Länge und 12 μ Dicke.

Von den obersten Ursprungsebenen des Nerv. facialis an ist der Fuss der Schleife nicht mehr durch den Einschluss jener compacten Masse von Nervenkörpern kenntlich, und enthält deren nur mehr eine diffuse Einstreuung. Doch ist er im weitern Verlaufe keineswegs, wie ich früher annahm, dem Querschnitt der aufsteigenden Quintuswurzeln beigemengt (Fig. 253 rechts *Q*, Figg. 254, 257, 258 *S*), sondern Querabschnitte aus Oblongaten, an welchen die Fortsetzung der untern Zweihügelschleife gelungen abpräparirt war, beweisen, dass der Fuss der Schleife sich als das äusserste Bündel des Seitenstranges bis in das Rückenmark erstreckt (Stilling) und in Brücke und Oblongata zuerst den Facialiswurzeln (Fig. 254), unterhalb deren aber unmittelbar dem Durchschnitt der aufsteigenden Quintuswurzel anliegt. Indem der Querschnitt dieser Wurzel die mit dem Kopfe des Rückenmarkhinterhornes continuirliche gelatinöse Substanz einschliesst, in deren Zellen er sich verliert, so liegt die Fortsetzung des Schleifenfusses im Rückenmarke dem Kopfe des Hinterhornes an. Am untersten Ende der Oblongata lässt sich eminent beobachten, wie letzterer seine frühere Umgebung durch Quintuswurzeln mit der durch das ganze Rückenmark bleibenden Nachbarschaft des Seiten- und Hinterstranges vertauscht, weil der feinfaserige Quintusdurchschnitt sich in seiner Markarmuth von der Weisse der Stränge immer deutlich (dunkel) abhebt.

Genetisch entsteht die vordere Umgebung des Hinterhornes (hinterer Theil des Seitenstranges) aus einer mit dem Hinterstrang des Rückenmarkes einheitlichen Keimmasse und wird physiologisch mit zu den centripetalleitenden Bahnen gerechnet. Nehmen vielleicht an der Bildung dieses mit dem Hinterstrang gleichartigen Gebietes nur jene Bündel des Fusses der Schleife Theil, die durch die Bahn der Hirnklappe aus dem kleinen Gehirn hervorgegangen sind? (pag. 756).

In diesem Falle würde der gesammte aus dem Vierhügel zum Rückenmark gelangende Ursprungsantheil der Schleifenschicht den centrifugalen Bahnen angehören.

Nach einwärts vom Fusse der Schleife und hinter der Schleifenschichte, die derselben durch eine leichte Convexität ihres Contours ausbeugt, findet sich die obere Olive Schröder v. d. Kolk's (Figg. 253, 254, 255, 256 *O*), im menschlichen Gehirne von Stilling als Nebenmasse seines untern Trigeminuskernes aufgeführt, von Deiters aber auch beim Menschen mit richtiger Bezeichnung erwähnt. Sie erstreckt sich von den obersten Facialiswurzeln an bis zum untern Rande der menschlichen Brücke, bei Thieren bis zu dem des Corpus trapezoides. Im Gehirne von Cercocebus cinomolgus fand ich sie 2,5 Mm. lang. Beim Menschen von verschwommener Gestaltung, zeigt sie sich z. B. beim Hunde schön ausgeprägt, aus einer unter Undulationen U förmigen äussern Hauptmasse und einer im Querschnitt gestreckt ovalen innern obern Nebenolive bestehend. An einem ausgezeichneten Längsabschnitte des Affengehirnes von der Hand des Herrn Prosectors in Upsala Dr. Clason überzeuge ich mich, dass die obere Olive von Bündeln der Haubenfortsetzung in der hintern Brückenabtheilung durchsetzt wird, welche mit ihren schlanken (30 μ langen, 6—9 μ dicken) Zellen zusammenhängen und im Querschnittmosaik ihren Platz hinter der Schleifenschicht, innen vom Fusse der Schleife finden.

Die untere Olive, der obern Hälfte der Oblongata angehörig, erreicht beim Menschen durch Ausdehnung und dichte Schlängelung ihres Nucleus dentatus die höchste Entwicklung, so dass Schröder v. d. Kolk irrthümlicher Weise die obere und untere Olive der Säugethiere in der untern des Menschen verschmolzen glaubte. Mit ihrer geweblichen Zusammensetzung aus feinkörniger grauer Bindesubstanz und vielstrahligen Nervenkörpern von 24 μ Länge und 9—12 μ Dicke stimmen die sogenannten Nebenoliven (äussere und innere) vollkommen überein, und sind vielleicht keine vom Nucleus dentatus wirklich getrennten Massen, sondern nur die äussere Umkrämpung seines nach hinten und innen in dem sogenannten Hilus sich öffnenden Blattes. Die selbständige Trennung dieser Massen wäre dann streckenweise von der reichern Durchsetzung mit transversalen Markbündeln vorgespiegelt. Reichert gab sich nach dem macroscopischen Ansehen des Oblongatenquerschnittes der gewagten Auffassung hin, dass die Nebenoliven Durchschnitte von Blutgerinnungen in kleinen Gefässen seien, welche durch Chromsäurebehandlung ins Graue entfärbt würden. Die untere Olive liegt ihrem Verhältniss zu den Längsbündeln der Haube nach weiter vorne als die obere, sie ist in die mittlere Breite des Markes der Schleifenschicht eingebettet (Olivenstrang Burdachs), dessen Bündel in longitudinalen Spirallinien, leicht nach einwärts und hinten gekrümmt, in den Nucleus dentatus einbrechen, mit seinen Zellen zusammenhängen und die longitudinalen Antheile des den Inhalt der Olivenhöhlung darstellenden Markes bilden. An Clason's schönen Längsabschnitten aus dem

Affengehirn habe ich mich hiervon zweifellos überzeugt. Auch Deiters hat die Oliven als mit den Rückenmarksträngen verbunden aufgefasst.

Durch die Plastik der Olive werden auch solche benachbarte Bündel der Schleifenschicht, welche nicht in sie eingehen, sondern sie blos bedecken, als Hülsenstränge Burdach's convex emporgehoben, deren Beziehung zu ihr äusserlich und unwesentlich, deren Vorkommen und Mächtigkeit dem Wechsel unterworfen ist.

Ausser diesen abgeschlossenen Formen grauer Substanz, den Oliven und ausser den in ersichtlichem Zusammenhang mit Gehirnnervenwurzeln stehenden, weiter unten als deren Kerne namhaft zu machenden Anhäufungen schliesst die hintere Brückenabtheilung in ihrem motorischen Felde noch Nervenkörper von kleinern und grössern Calibern in zerstreuter Anordnung und von ersichtlicher Beziehung zu den Durchflechtungen des Kleinhirnstieles ein.

Die kleinern Caliber (von 24—33 μ Länge und 9—12 μ Dicke) der zerstreuten Formationen gehören wesentlich der Brückenhöhe unterhalb der Bindearmkreuzung bis zu den Ursprungsebenen des Nerv. facialis an (Figg. 252, 253 *MF*, *m*) und stellen dort sehr zahlreiche Nester zwischen den Markquerschnitten des motorischen Feldes, am dichtesten in der Schleifenschichte dar.

In der untern Hälfte der Brücke beschränken sich diese Nester auf den Quintusquerschnitt, in welchen sie wohl von den durchtretenden Querbündeln eingeschleppt werden, ja mit diesen auch inmitten der gelatinösen Substanz als ein ihr fremdartiges Caliber auftauchen.

In der Oblongata und zwar im Vagusgebiet tauchen dieselben Nesterbildungen in den Seitensträngen wieder auf, einmal als eine mächtigere, innen von der Schleifenschichte gelegene Abtheilung, Kern der Seitenstränge (Stilling, Clarke, Deiters), und dann in kleineren Nestern, die hinter der Olive weiter nach innen gerückt sind.

Die grossen Caliber der zerstreuten Nervenkörper des motorischen Feldes (von 60 μ Länge und 15 μ Dicke) kommen in der Brückenhöhe der mehr kleinzelligen Nester äusserst sparsam, in kaum nennenswerther Menge vor, sie werden erst zahlreich in den Ursprungsebenen des Nerv. facialis und durchgreifen, nach abwärts sich verbreitend, den ganzen eben in Rede stehenden Abschnitt des verlängerten Markes.

Aber auch innerhalb dieser Verbreitungshöhe kommen die grossen Nervenkörper nicht allen Regionen des Querschnittes in gleicher Dichte zu. So wie die Höhe ihres Vorkommens gerade die Höhe des gehäuftesten Vorkommens motorischer Nervenkerne (Facialis, Abducens, Hypoglossus, Vagus und Accessorius) ist, so finden sie sich andererseits auch hier am dichtesten in der Nähe des grauen Bodens und in den Seitensträngen, dem Sitze dieser Nervenkerne. Deiters sprach daher gewiss nicht ohne Berechtigung die Meinung aus, dass ausser den compacten Kernen der Nervenursprünge auch noch die zerstreute Formation der Nervenkörper nicht ausser Beziehung zu letzteren stehe. Hierüber wird noch ferner gesprochen werden.

Das System der Fibrae arcuatae (ersichtlich in den Figg. 252—258 *MFE*, *MFI*, *MF*, in *FM*, *VS* und unter *ar*, *a*, *AS*, *Am*) tritt auf den ersten Blick als der kennzeichnende Gewebsfactor in dem Abschnitt der hintern Bahn des Hirnstammes entgegen, der vom Abschluss der Bindearmkreuzung bis zum Ende der untern Olive herabreicht. Die grösste Anzahl dieser Querbündel ist aber an der Durchflechtung des Projectionssystemes durch den Kleinhirnschenkel als Emissäre des letztern betheiligt. Der Rest geht von den Ursprungsmassen der unten zu besprechenden Gehirnnervenwurzeln aus. Welchen Verlauf die in Rede stehende Durchflechtung nimmt, kann noch nicht für alle Gebiete derselben dargelegt werden, und erhellt begreiflicherweise am wenigsten für die Querschnitthöhen durch die grösste Brückenconvexität und durch den Quintusursprung (Fig. 252 und 253), in welchen der Durchschnitt des Kleinhirnschenkels noch nicht sichtbar ist, durch den sich weiter unten die Orientirung über die Verlaufsenden der Fibrae arcuatae ermöglicht. Nennen wir dieses unklare Gebiet die

1. oder obere Form der Durchflechtung. Gewiss ist es, dass die fibrae arcuatae hier mit den Nestern des kleinern Calibers von Nervenkörpern und durch diese mit den Projectionsbündeln (Vorderseitenstrang des Rückenmarkes) zusammenhängen. Wahrscheinlich gehen aber die hinteren Abtheilungen dieser Fibrae arcuatae durch einen innen vom Bindearm nach rückwärts gewendeten Verlauf (Fig. 252 links) in das Kleinhirn über und andererseits lässt die Neigung ihrer innern Enden nach vorne vermuthen, dass sie jenseits der Raphe in die vorderen Fibrae arcuatae übergehen, welche, wie sich weiter zeigen wird, immer mit dem Querschnitt des Strickkörpers verbunden sind.

2. Die mittlere Form der Durchflechtung schliesst den gezackten Kern der obern Olive ein, der durch solche quere Markstreifung ein wurmartiges Ansehen erhält (Figg. 256, 253, 254, 255 *o*).

Die Querbündel, welche in den Ursprungsebenen des Nerv. facialis beim Menschen unmittelbar hinter der tiefen Querfaserschichte der Brücke aus dem Corpus restiforme hervortreten, theils vor dem Quintusdurchschnitt, theils durch denselben weiter ziehen und unter Durchflechtung der Schleifenschicht die Raphe erreichen (Fig. 254 *cr* durch *S* bis *R*), sind mit den Bündeln des Corpus trapezoides identisch (Deiters), die bei Thieren wegen Kürze der Brücke neben dem Pyramidendurchschnitt frei zu Tage liegen (Fig. 256 *T*, 255 *St*, *Rs*). Nachdem dieselben sich in der Mittelnaht der hintern Bahn des Hirnstammes gekreuzt, laufen sie hinter dem Trapezkörper der andern Seite wieder nach aussen und erreichen die obere Olive (Fig. 255 *N*—*O*, Figg. 254 und 256 *R*—*O*). Durch spirale Umwicklung der Oberfläche dieses Centrums tragen sie zur Bildung einer Markkapsel desselben bei (Figg. 255, 256 *O*) und treten mittelst querer Durchsetzung in seine graue Substanz ein, wo sie sich wohl mit deren Nervenkörpern verbinden. Ausser dieser gekreuzten Verbindung mit dem Strickkörper ist der gezackte Kern der obern Olive noch direct

mit dem kleinen Gehirne verbunden durch gerade nach rückwärts die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles durchsetzende Bündel, die aus ihrer Markkapsel hervorgehen und bei Thieren ihrer Mächtigkeit wegen nicht übersehen werden können (Fig. 256 *kl*). Sie sind wohl als die nach verwickelten Bahnen um und durch die Olive austretende Fortsetzung der eintretenden Bündel des Strickkörpers zu betrachten.



Fig. 256*. Durchsichtiger Querabschnitt aus den Acusticusursprungsebenen der Oblongata von Hypsiprimnus murinus. *VIII* Acusticuskern. *P* Pyramide. *MF* Motorisches Querschnittsfeld der hintern Abtheilung der Oblongata. *R* Raphe. *G'* Gelatinöse Substanz. *O* obere Olive. *Kl* innere Abtheilung des Kleinhirnstieles. *T* corpus trapezoides. 5 Facialisknie. 6 nerv. abducens. 8 Acusticuswurzel. 8' Bündel aus den Acusticuskernen, welche sich im Querschnitte des hintern Längsbündels 8" verlieren.

Dass im Voranstehenden die Kenntniss der Verbindungen der obern Olive erschöpft sei, nehme ich nicht an. Man sieht insbesondere aus der Gegend des trapezoiden Körpers zarte Bündel zum Aussenrande des gleichseitigen Nucleus dentatus superior ansteigen, die jedenfalls kein Glied der angegebenen Verlaufskette bilden, und die sich nicht einmal mit voller Sicherheit aus dem Strickkörper herleiten lassen.

3. Die untere Form der Durchflechtung des Kleinhirnstieles schliesst die untere Olive ein (Figg. 257, 258). Die Verhältnisse der ganzen Verbindung liegen nicht so klar vor Augen, als die von mir eben über den Bezirk der oberen Olive entwickelten Thatsachen. Ich sehe daher einen wahren Massstab für den ihn zum Forscher stempelnden Weitblick Otto Deiters darin, dass er hier einen überraschenden Zusammenhang durchschaute, den man in seinen Grundzügen bei noch so kritischer Erwägung und mancher Modification nothwendig als den Schlüssel zum Verständniss anerkennen muss. Schon Stilling, Lenhossek und Schröder hatten, und mit noch erschöpfenderer Treue hatte Clarke den Verlauf der Fibrae arcuatae in ihren hoch- und tiefliegenden Abtheilungen, ihre Verbindung theils mit der äussern, theils mit der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles, sowie deren Durchlaufen durch die Olive beschrieben.

Dass aber der Strickkörper mit den vordern Abtheilungen der Fibrae arcuatae und die in den Hinterstrang des Rückenmarkes übergehenden Keil- und zarten Stränge mit deren hinteren Abtheilungen Stücke einer und derselben mit den Oliven zusammenhängenden Leitungsbahn sein könnten, erwogen die Untersucher vor Deiters nicht, und Lenhossek hat in der An-

* Indem die Darstellung anatomischen Systemen, nicht den Querschnittshöhen folgt, sind die Figg. 256 und 257 aus der Reihenfolge, die sie innerhalb letzterer einnehmen sollten, herausgehoben. Um aber den Leser über die Aufeinanderfolge der Querschnitte von oben nach unten orientirt zu halten, sind die Figuren in der Ordnung dieser Aufeinanderfolge numerirt.

nahme einer durch die Querbündel gebildeten, dem Balken analogen Oliven-commissur recht eigens die Bezuglosigkeit z. B. der vorderen dieser Querbündel auf andere desselben Systemes betont.



Fig. 257. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Oblongata in der Höhe der obersten Vaguswurzeln. *VIII* bis X^3 das Durchschnittsfeld des grauen Bodens. *P* Pyramide. *O* untere Olive mit Z, dem stratum zonale. *MFC* die äussere Abtheilung des Kleinhirnstieles (corpus restiforme). *SFC* die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles. *Oi Oe* innere und äussere Nebenolive. *R* Raphe. *MFJ* innere Abtheilung des motorischen Feldes (Vorderstrang). *MFE* Aeussere Abtheilung des motorischen Feldes (Seitenstrang). *G* die gelatinöse Substanz. *S* Bündel in der gelatinösen Substanz und um dieselbe, welche die aufsteigenden Quintuswurzeln sind. *As* fibrae arcuatae, welche mit der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles zusammenhängen. *Am* fibrae arcuatae, welche mit der äussern Abtheilung des Kleinhirnstieles zusammenhängen. *XII* die Hypoglossuswurzeln. *X* die gelatinöse Substanz durchsetzendes Stämmchen der Vaguswurzel. Das X unter dem grauen Boden zeigt Antheile desselben, die im Anschluss an die Hypoglossuswurzel aus der Raphe hervortreten. X^1 Bündel aus der hintern Ursprungssäule des Vagus. X^2 der vordere Vaguskern mit in das Vagusstämmchen unter dem grauen Boden umbeugenden Bündeln. X^4 Bündel, welche aus der Raphe hervorgehend unter dem Epitel des grauen Bodens um und durch die eminentia teres laufen. X^3 medialer Kern. *VIII* dem nervus acusticus angehörige Bündel (Clarke).

Der Umstand aber, dass von oben nach unten der Strickkörper, die äussere Abtheilung des Kleinhirnstieles (Fig. 257 *MFC*, in Fig. 258 die hinter *S* liegende Fortsetzung von *Z*) sich in dem Maasse erschöpft und verschwindet, als der Querschnitt der Keil- und zarten Stränge, der Hinterstrang

(Fig. 258 *H* d. i. *Cn* + *Gr*) heranwächst, berechtigt, er nöthigt zu der Anschauung, dass in diesen beiden Querschnittsarealen Verlaufsabschnitte einer zusammenhängenden Bahn, eine gekreuzte Ursprungsweise des Hinterstranges aus dem kleinen Gehirne vorliegen. Die Anschauung von Deiters als wesentlichen Grundgedanken beibehaltend, erschien mir folgendes Bild dieses Zusammenhanges berechtigt.

Es gibt zwei Verlaufsweisen dieser Ursprungsbündel des Hinterstranges im verlängerten Marke.

1. Die äussern und mittlern, aus dem Strickkörper stammenden Fibrae arcuatae sind analog dem Corpus trapezoides der obern Olive. Aus dem Kleinhirn entsprungen, bedecken sie einerseits den Quintusquerschnitt (*S*) und die Olive als Stratum zonale, andererseits durchbrechen sie den Quintusquerschnitt sowohl als die Olive, ohne jedoch mit den Nervenkörpern der Olive zusammenzuhängen. Dabei schliessen sie aber als Querbündel innerhalb des Quintusquerschnittes kleine Nervenkörper ein und hängen mit den Nestern des motorischen Feldes (Kern des Seitenstranges) zusammen

Diese vom Strickkörper ausgegangenen Fibrae arcuatae überschreiten die Mittellinie (theils vor, theils aus dem Hilus der Olive laufend) und treten in den gegenüberstehenden Hilus der anderen Olive ein, um mit deren Nervenkörpern sich zu verbinden. Die gekreuzte Verbindung der Strickkörper mit den Oliven wurde von Deiters auf die Thatsache hin angenommen, dass beide Oliven neben solchen Fibrae arcuatae, die sich in Zupfpräparaten als mit ihren Zellen verbunden nachweisen lassen, auch in einfachem Durchzug begriffene Bogenbündel enthalten. Es spricht dafür aber auch die pathologisch anatomische Thatsache, dass Atrophie einer Kleinhirnhälfte immer mit Atrophie der entgegengesetzten untern Olive zusammentrifft. Aus den Zellen der Olive setzen sich die (mehr hinteren) Fibrae arcuatae zu den (ihrem Kleinhirnursprung entgegengesetzten) Keil- und zarten Strängen fort, nach Durchflechtung ihrer Kerne in deren Querschnitte umbeugend. Sie vermehren die Masse derselben nach und nach so sehr, dass dieselbe hinter dem centralen Höhlengrau von beiden Seiten her bis zur medianen Berührung unter Begränzung einer Hinterspalte aneinander rückt (Fig. 258 *Gr*).

2. Die hintersten der Fibrae arcuatae, die so in den Hinterstrang übergehen, können ersichtlich nicht mit der ihrem Hinterstrang gleichseitigen Olive verbunden sein, weil ihr ganzes Verlaufsstück von der Raphe bis zu jenem hinter der Olive liegt. Es sprechen aber Umstände dafür, dass diese hintern Fibrae arcuatae jenseits der Raphe die andere Olive durchsetzt haben. Sie treten nämlich nicht quer über die Raphe, sondern ihr Herübergelangen aus der andern Oblongatenhälfte in einen der Hinterstränge umfasst lange, von vorne nach hinten beschriebene Wege, welche sie theils innerhalb der Raphe als Fibrae rectae (Fig. 258 *R*), theils vor Ueberschreitung der Mittellinie innerhalb des Vorderstrangdurchschnittes in radiär von vorne und aussen

zur Raphe gewendeten Richtungen durchmessen, so dass sie in ihrem gekreuzten Herkommen wohl den Bezirk der Oliven passirt haben. Vornehmlich diese Abtheilung der Fibrae arcuatae steht mit der Formation grosser, zerstreuter Zellen des motorischen Feldes in Verbindung. Es dürften somit die hintersten Fibrae arcuatae, die der Strickkörper entsendet, die ihm gleichseitige Olive durchsetzen, und, jenseits der Raphe hinter der Olive verlaufend, nach Verknüpfung mit den grossen zerstreuten Zellen in den Hinterstrang übergehen.

In den Querschnitt des Hinterstranges eingetreten, finden diese gesammten Bündel eine neue Gliederung in Zellhaufen, die geflechtartig von jenen eingeschlossen, zu einem eigenthümlich geflammten Ansehen des Querschnittes führen, und sich unterhalb der Rautengrube zu zwei nach vorn verschmolzenen Gruppen sondern: dem Kern des Keilstranges und des zarten Stranges (Fig. 258 *Cn*, *Gr*). Deren Zellen sind überwiegend klein (24 μ lang, 6—9 μ breit), nur ein wohlunterscheidbarer Halbkreis äusserster, hinterster Zellengruppen im Keilstrange besteht aus grössern (30—36 μ langen, 15 μ dicken) Nervenkörpern.

Die geschilderte mehrfache Verlaufsweise der Fibrae transversae aus dem Kleinhirnschenkel setzt dieselben auch in ersichtlichen Bezug zu den in der Bahn der Haube herabsteigenden Projectionsbündeln. Es scheint sich keineswegs um ein wirkungsloses Nebeneinander beider Systeme zu handeln, denn sie finden ihre Verknüpfung durch die genannten Nester der kleinen Zellen, durch die Oliven und vielleicht auch durch die zerstreuten grossen Zellen.

Die Bezüge, welche die Durchflechtungen oberhalb der obern Olive und im Gebiete derselben zu den Rückenmarksbündeln haben können, lassen sich wohl kaum ermessen, da vielleicht das morphologische Bild selbst noch allzu lückenhaft ist, oder, wäre dies abgeschlossen, diese Bahnen eben ihre beiden Endpunkte im Kleinhirn fänden, welche Verbindung uns kein Licht auf die obwaltenden Leitungsrichtungen wirft.

Dagegen kennzeichnen sich uns die durchflechtenden Bündel in der Oblongata, in den Hinterstrang übergehend, als eine centripetale Bahn und ihre Verbindung mit den jenseits der Raphe liegenden Nestern (Kerne des Seitenstranges) würde bestimmte Rückenmarksbündel der Haube hier gekreuzten reflectorischen Einwirkungen unterwerfen, wie dieselbe Bahn wahrscheinlich schon in ihren Ursprungsganglien, und dann im Hirnschenkel vom Quintus aus solchen Wirkungen zugänglich wurde.

Nicht minder lässt sich daran denken, dass bestimmte Bündel des Projectionssystems, die aus dem Hirnschenkel erweislich in die Oliven eingehen, durch deren Zellen auch in das Rückenmark oder auf noch aufzufindenden Wegen zu motorischen Ursprungsmassen von Gehirnnerven fortgesetzt werden. Deiters betrachtet zwar die mit der Olive verbundenen longitudinalen Hirnschenkelbündel als eine Fortsetzung der Hinterstränge zum Grosshirn. Doch ist eine solche Annahme vom morphologischen Standpunkt keineswegs ansprechend, indem (pag. 763) die in die Olive eintretenden Bündel der Haubenbahn mitten aus Arealen hervorgehen, die als Schleifenschicht und motorisches Feld in den Vorderseitenstrang des Rückenmarkes übergehen. Es müsste also wohl der Gedanke einer räumlichen Auseinanderhaltung der centrifugalen und centripetalen Leitungsbahnen im Mosaik des Quer-

schnittes ganz fallen gelassen werden, um die Beziehung der untern Olive zum Projectionssysteme im Sinne von DEITERS zuzulassen, welcher Entschluss allerdings zwingenderer Gründe bedarf, als der bis heute für jene Annahme beigebrachten.

g. Ueber die mögliche Bedeutung der grossen zerstreuten Zellen wird noch gesprochen werden.

Ursprung des V. bis XII. Hirnnervenpaares.

Das Hirnschenkelsystem wird innerhalb des Durchflechtungsgebietes der Kleinhirnarme um diejenigen Bündelantheile vermindert, welche, die Muskulatur und die empfindenden Oberflächen des Kopfes vertretend, ihre Endigungshöhe schon in dem centralen Höhlengrau dieser Gehirnabtheilung erreichen. Ihre Endigungsmassen dienen (unter Vermehrung der Bündel) zugleich zum Ursprung ihres zugehörigen 3. Projectionsgliedes, der Gehirnnerven nämlich, was schon bezüglich des Oculomotorio – Trochleariskernes erörtert wurde.

So wie den Strangtheilen des Hirnschenkels, die zum Rückenmark werden, so wird auch den Strangtheilen desselben, welche die Gehirnnerven vertreten, eine Duplicität des Verlaufes in der vordern und hintern Bahn des Hirnstammes für die Beziehungen zum Bewusstsein einerseits, für die reflectorischen Beziehungen andererseits zukommen.

Die Areale im Mosaik des Querschnittes, welche hier den Hirnnerven angehören, sind wohl noch unbekannt, und nur, soweit man für die Bahn des Hirnschenkelfusses mit Bestimmtheit eine gekreuzte Leitung anzunehmen hat, und sich überzeugt, dass diese Kreuzung von geraden Fasern der Raphe vollzogen wird, kann man gewiss sein, dass die betreffenden Strangtheile vor dem Eintritt in die Raphe innerste Bündel der vordern Längsbündel der Brücke und der Pyramiden sind, es vielleicht auch schon seit ihrem Herabsteigen im Hirnschenkel waren (pag. 729, Hirnschenkelschlinge).

Indem aber für die reflectorischen Beziehungen gekreuzte Formen der Wirkung nicht durchwegs vorausgesetzt werden dürfen, fehlt für die Localisation von Gehirnnervensträngen innerhalb des Areales der hinteren Abtheilung von Brücke und Oblongata auch dieser Anhaltspunkt, und die Annahme SCHRÖDERS V. D. KOLK, es handle sich um das zwischen Raphe und Hypoglossus liegende Querschnittareal, findet keine Stütze in Verlaufsthatsachen, eher noch in der nicht abzuweisenden Verkürzung dieses Areals nach abwärts. Besser aber, als die Form der Endigung dieser Hirnschenkelantheile kennen wir die durch gleichörtlichen Ursprung der Hirnnerven gekennzeichneten Stellen ihrer Endigung im centralen Höhlengrau.

Ein grosser Theil dieser sogenannten Nervenkerne, deren Bezug zu den Wurzeln durch STILLINGS grosses Verdienst aufgedeckt wurde, gehört dem grauen Boden der Rautengrube an, welcher durch das plastische Hervortreten derselben, unter Markirung trennender Furchen, eine höchst augenfällige Felderung gewinnt. Durch die Convergenz der Bindearme nach oben, und der zarten Stränge nach unten, mit den rhombischen Seitenwänden

versehen, zerfällt er durch die Mittelfurche der Schreibfeder in zwei symmetrisch seitliche, und durch die Striae medullares (oder, wenn sie fehlen, durch eine beide Nervi acustici verbindende imaginäre Linie) in obere und untere Hälften.

Die obere Enge der Rautengrube zeigt im allmäligen Erweitern neben den schon dem Aquaeductus angehörigen Eminentiae teretes eine seitlich als scharfer Winkel zwischen Boden und Seitenwand hineingezogene Grube, durch deren Ependym die dunklen Zellen der Substantia ferruginea (Figg. 250 und 252 *F*, 5) nach den Gesetzen der Brechung durch trübe Medien bläulich durchschimmern: Fossa coerulea. Indem der pigmentirte Zellhaufen dem Quintus angehört, manifestirt sich schon hier wieder die laterale Lagerung sensorischer Ursprungssäulen. In einer Höhe von etwa 6 Mm. über den Striae medullares, in dem Gebiete, wo die Innenfläche des Bindearms von Bündeln der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels bedeckt wird (Fig. 255 H^1), beginnt eine nach innen stumpfwinklige Furche ein äusseres rhombisches Gebiet des grauen Bodens abzugränzen (Fig. 254, 8 ist sein Querschnitt), innerer Acusticuskern (CLARKE), dessen obere grössere dreieckige Hälfte auch STILLING als solchen erkannte während er seine dem untern Winkel der Rautengrube angehörige Hälfte für den Glossopharyngeuskern hielt. Die breite Mittelhöhe dieser Raute fällt in das Gebiet der Markstreifen des Hörnervs. Einwärts vom Acusticuskern erzeugt die motorische Colonne der grauen Substanz oberhalb des Gebietes der Striae einen ovalen Hügel, den gemeinsamen Facialis-Abducenskern (STILLING, CLARKE) (Fig. 254 bei *G*).

Die Abgränzungsfurche zwischen der obern Hälfte des rautenförmigen Acusticuskernes und dem letzteren ovalen Hügel gewinnt nicht selten eine noch augenfälligere Marke durch das Vorhandensein der ihr folgenden aufsteigenden Markstreifen J. ENGELS, welche der Furche parallel vom innern Ende der Striae acusticae nach aussen und oben verlaufen. Sie sind die wirkliche gekreuzte Fortsetzung von Acusticuswurzeln in den entgegengesetzten Pedunculus cerebelli, oder genauer, sie sind oberflächliche gekreuzte Ursprungsbündel des Nerv. acusticus aus dem kleinen Gehirne. Häufig ist nur das innerste hart aussen vom Facialis-Abducenskerne verlaufende Bündel der aufsteigenden Markstreifen sichtbar, für welches der von BERGMANN gewählte Name Klangstab mit Recht zu restituiren wäre, nachdem STILLINGS Auffassung als inconstante hintere Quintuswurzel aufzugeben ist. Das bei Thieren constante Fehlen der Markstreifen bedeutet nicht den Mangel, sondern nur die Unsichtbarkeit ihrer Bündel, falls sie als nackte Axencylinder ohne Markhülle bleiben. Die Entwicklung ihrer Markscheide fällt in die Evolutionshöhe des Gehirnes, daher deren Fehlen am Neugebornen und nach der Beobachtung J. ENGELS ihre grösste Häufigkeit an Leichen aus dem Mannesalter. Aus demselben Grunde erscheint der Fuss des Hirnschenkels im Neugebornen grau statt weiss. Die an den verschiedenen Gehirntheilen des Kindes ungleichzeitig sich

entwickelnde Markweisse wirft sich überhaupt als belangreiche Aufgabe eingehenderen Studiums auf.

Im untern Winkel der Rautengrube schiebt sich zwischen die mediale, wesentlich durch den motorischen Hypoglossuskern veranlasste Erhebung und den innern Acusticuskern Clarke's der Vago-Accessoriuskern ein (Stilling, Clarke), der Ursprungskern eines nach Deiters mittleren, seitlichen Systemes gemischter Nervenwurzeln. Indem er am obern Ende der Schreibfeder zwischen Acusticuskern und Stilling's Hypoglossuskern in die Tiefe rückt (Fig. 257 X' zwischen dem seitlichen und medialen Hügel) verliert er sich, von der Rautengrube gesehen, dreieckig in eine obere Spitze, und ebenso erscheint die Gegend des Hypoglossuskernes dreieckig mit unterer Spitze, weil seine Breite, je weiter nach abwärts, desto mehr von dem hinter ihm zur Mittellinie heranrückenden Vago-Accessoriuskerne verdeckt wird (vergl. Fig. 257 mit 258). Diese Formverhältnisse hängen mit der allmäligen Vertiefung der Rautengrube zum Abschluss des Centralcanales zusammen. Der Vaguskern liegt als nackte graue Substanz, Arnolds Ala cinerea, nur vom Ependym gedeckt, zu Tage. Der Hypoglossuskern aber liegt nicht an der Oberfläche, sondern wird von Markbündeln (Fig. 257 X[4]) bedeckt, deren Weisse ihn von der Ala cinerea scharf abhebt, und die zum Vago-Accessoriusursprung gehören. Auch ihre Ursprungsmasse (Eminentia teres Clarke's) liegt noch auf dem Hypoglossuskern, so dass die von Stilling benannte mediale Erhebung nicht unmittelbar als solcher, sondern nur als die Gegend des Hypoglossuskernes bezeichnet werden darf. Die Vago-Accessoriuskerne hängen nach unten hufeisenförmig durch die Commissur des Riegels Obex zusammen (Clarke, Deiters) (Fig. 258 Ob), deren Bündel den Aussenrand der untern Hälfte dieser Kerne wulsten, und der bei Thieren constanter, als beim Menschen noch in die offene Rautengrube fällt.

Der Obex ist concentrisch von dem Anheftungsrande des embryonalen Deckels der Rautengrube eingefasst, den Riemchen (Taeniolae), die aus der Substanz des zarten Stranges hervorgehen. Die damit zusammenhängende Decke der Rautengrube schliesst, den Acusticus einhüllend, zwei seitliche Divertikel der Rautengrube, nach Reichert Analoga der Seitenventrikel, ab.

Die Rautengrube der Säugethiere (abgesehen vom Affen) macht, wegen Fehlens der Striae und geringeren Einspringens der Acusticuskerne nach innen zu, die Gebiete des Facialis- und Hypoglossusursprunges weit mehr als die Continuität einer medialen motorischen Colonne Lenhossek's erkennbar, als die menschliche. Auch die Spitze der Schreibfeder mangelt ihrer flacheren, wenig vertieften Rautengrube, indem das untere Ende der Hypoglossuskerne bei unansehnlichen Alae cinereae breiter bleibt und durch den Querwulst des Obex eine bogenförmige Begränzung findet.

Die hintere Brückenabtheilung enthält unterhalb der grössten Brückenconvexität (von jenen Ebenen an, welche nach hinten durch den von der Schleife entblössten Bindearm markirt werden, und nach vorn unterhalb den Austritt des Quintus zwischen den Querbündeln des Brückenarmes fallen),

nacheinander den Ursprung des 5., des 6. und 7., und darauf des 8. Gehirnnervenpaares.

Der oberste dieser Ursprünge entwickelt die kleine Quintuswurzel aus STILLINGS oberem Trigeminuskern, der in den seitlichen Gebieten des motorischen Feldes nach vorn von den absteigenden Wurzeln des sensorischen Quintus, nach innen von dessen Austritt und nach hinten von der Schleifenschicht einen oblongen Querschnitt aus grossen (60—75 μ langen und 18—21 μ dicken), zierlichen, fortsatzreichen Nervenkörpern bildet (Fig. 252 rechts und 253 links 5 m.). Dieser Kern ist 3 Mm. hoch und misst etwas weniger als 1,5 Mm. im queren, und etwas mehr als 1,5 Mm. im geraden Durchmesser. Seine unterste rundliche nur 0,8 Mm. mächtige Masse bildet einen durch eine kleine Distanz gesonderten Anhang.

Seine einzig klar vorliegende Verbindung ist die mit den Bündeln der innern Quintuswurzel, die ihres schief nach vorn und oben gerichteten



Fig. 253. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke in den Ursprungsebenen der grossen Quintuswurzel. Die rechte Hälfte der Zeichnung ist einer von deren linker Hälfte etwas nach abwärts gelegenen Ebene entnommen. *A* Bindearm. *L* das hintere Längsbündel unter dem grauen Boden, links mit Quintusbündeln aus der Raphe belegt. 7 Wurzelbündel des nerv. facialis, hinter dem hintern Längsbündel, nach einwärts mit fibrae rectae der Raphe zusammenhängend, und im engen Anschluss an absteigende Quintusbündel verlaufend. *B* der Brückenarm. *FM* das motorische Feld der hintern Brückenabtheilung. *ar* Fibrae arcuatae. *R* die Raphe. *S* die Region, in welche das untere Blatt der Schleife umbeugte. *g* die gelatinöse Substanz des Quintusursprungs. 5 *a* die grosse Quintuswurzel. 5 *b* innere absteigende Quintuswurzeln. 5 *c* äussere absteigende Quintuswurzeln. 5 *d* Quintuswurzeln aus dem kleinen Gehirn. 5 *m* der Ursprungskern der kleinen Quintuswurzel. *Q* Querschnitte der aufsteigenden Quintuswurzel, welchen hart nach Aussen noch im Austritt begriffene Bündel derselben anliegen. *O* Gegend der obern Olive.

Brückenaustrittes wegen in Querabschnitten als kurze Schräglängsbündel erscheinen, zwischen welche die langen Fortsätze von den Nervenkörpern aus sich häufig weit verfolgen lassen.

Bezüglich der Verbindung des Kernes mit dem Fuss des Hirnschenkels lässt sich eben im Allgemeinen auf die zahlreichen, in den Ursprungsebenen

vorkommenden Fibrae rectae der Raphe verweisen, die aus der vorderen Brückenabtheilung in die hintere übertreten, sowie auf ihre Verbindung mit einzelnen, denen des Kerns an Grösse gleichen gestreckten Zellen, was sich alles für den Nervus hypoglossus wiederholen, und als Ausstreuung seiner Ursprungszellen in die Raphe aufzufassen sein wird. Um aber den motorischen Quintuskern zu erreichen, müssen hier die Fibrae rectae ihr Verlaufsende als ein hinterer Antheil von Fibrae arcuatae der Quintusebenen erreichen. Für diese Wahrscheinlichkeit spricht die Neigung des innern Endes vieler Fibrae arcuatae nach vorne.

Mindest ebenso wenig lässt sich über die Bahnen aussagen, welche reflectorische Einflüsse auf den obern Trigeminuskern wirken lassen. Clarke hat zuerst derartige Beziehungen als von der sensorischen Quintuswurzel ausgehend, ins Auge gefasst, und es liegt nahe, an eine Wiederholung des Rückenmarkstypus zu denken, weil die benachbarte grosse Ursprungsmasse des Quintus (Fig. 253 links *g*) dem Kopfe des Hinterhornes, der obere Quintuskern selbst aber einem Vorderhorn (dessen Processus lateralis) entspricht. In Wirklichkeit hat aber Clarke solche Verbindungen nicht aufgedeckt, weil seine Darstellung in die Region des wahren motorischen Quintuskernes einerseits nicht hinaufreicht, und andererseits der Kern, welchen er mit der gelatinösen Substanz verknüpft sieht, kein Quintuskern, sondern der untere Facialiskern ist. Auf den Durchschnitt der untersten Spitze des wirklichen motorischen Quintuskernes, den ich als eine kleine Zellgruppe manchmal in ansehnlicher Entfernung hinter dem unteren Facialiskern erkenne, bezieht er jene Verbindungen nicht. Aber andererseits könnten ja eben diese Reflexe sich auf Wurzelbündel aus andern der vielgestaltigen Ursprungsmassen des 5. Paares beziehen. Sie in ihrer Gesammtheit mit den Ursprungsverhältnissen der hintern Rückenmarkswurzeln zu vergleichen und vom Rückenmarkstypus aus verstehen zu lernen, ist eine noch unerfüllte, wichtige, monographischen Eingehens harrende Leistung.

Die reflectorischen Beziehungen des motorischen Quintus-Kernes umfassen aber, nach dem Auftreten des Trismus zu schliessen, auch das sensorische Rückenmarksgebiet, und dies bezüglich drängt sich die Wahrscheinlichkeit auf, dass bestimmte Antheile der Fibrae arcuatae dieser Ebenen, obschon sie nicht bis zu Querschnitten nach abwärts führender Massen verfolgbar sind, sich etwa doch noch als Ursprungsbahnen der Hinterstränge erweisen werden. Möglicher Weise sind die hier etwas zahlreicher als weiter oben auftretenden grossen zerstreuten Nervenkörper im motorischen Felde als Ausstreuungen des obern Quintuskernes zu betrachten, welche ihn mit den als Fibrae arcuatae anwesenden Bündeln des Hinterstranges verknüpfen.

Der vielfältige Ursprung der äussern, grossen, sensorischen Quintuswurzel wird am übersichtlichsten, wenn man vier getrennte Hauptursprungsformen unterscheidet.

1. Quintuswurzeln, deren Ursprungsmassen innerhalb oder

unweit der Austrittsebenen gelegen sind. Die Ursprungsmasse dieses sehr ansehnlichen Zuzugs umfasst im Längsschnitt den motorischen Quintuskern halbmondförmig von aussen her. Sie besitzt beim Menschen eine Höhe von 4,4 Mm. und misst 1,2 Mm. im queren, 2,8 Mm. im geraden Durchmesser.

Sie setzt sich aus kleinen Häufchen zusammen, welche durch die aus ihren Nervenkörpern geflechtartig hervorgehenden zarten Ursprungsbündel von einander abgegrenzt werden (Fig. 253 *g*, 5 *a*). Die Grundlage dieser Häufchen ist feinkörnige Bindesubstanz, ihre Nervenkörper messen grösstentheils 18—24 μ Länge und 6—9 μ Dicke; Stilling fasst die ganze Formation mit Recht als eine Fortsetzung der gelatinösen Substanz auf, welche als Einschluss der aufsteigenden Quintuswurzel continuirlich bis zum Kopfe des Rückenmark-Hinterhornes hinabreicht.

Innerste, dem motorischen Quintuskern genäherte Häufchen dieser Masse bieten mit 39 μ Länge und 12 μ Dicke ein grösseres Kaliber ihrer Elemente, so dass vom motorischen Quintuskern an bis in die äussern Häufchen der eben besprochenen Masse die drei Kaliber von Nervenkörpern, die das Rückenmark im Vorderhorn, in der Wurzel und im Kopfe des Hinterhornes enthält, sich wiederholen.

2. Quintuswurzeln, deren Ursprungsmassen über den Austrittsebenen gelegen sind. Absteigende Wurzeln. Die absteigenden Quintuswurzeln zerfallen in dreierlei Ursprungsformen.

Die äussere absteigende Quintuswurzel (Figg. 249 *V*, 250, 251, 5, 252 und 253, 5c) entspringt vom Gebiete des obern Zweihügels an bis zum Quintusaustritt herab aus jenen grossen blasenförmigen Zellen, von welchen andererseits die pag. 751 geschilderte Durchflechtung der Haube des Hirnschenkels ausging. Sie steigt nach aussen von dem centralen Höhlengrau der Wasserleitung, und, an Mächtigkeit fortwährend gewinnend, in der Brücke in jenem seitlichen Gebiete des grauen Bodens eingeschlossen, herab, das längs der Innenfläche des Bindearmes hinkriecht; dem Innenrande ihres halbmondförmigen Durchschnittes, den Stilling und Deiters für eine aufsteigende Trochleariswurzel hielten, liegen in fortgesetzter Kette traubige Häufchen der durch ihre runde Gestalt und Pigmentlosigkeit von denen der Substantia ferruginea unterscheidbaren Ursprungselemente an (pag. 748).

Die mittlere Abtheilung der absteigenden Quintuswurzeln geht aus den Zellen der Substantia ferruginea hervor. Diese im Locus coeruleus des grauen Bodens durchschimmernde langgestreckte Anhäufung pigmentirter, spindelförmiger (60 μ langer, 20—30 μ dicker) Nervenkörper beginnt in der untern Hälfte des untern Zweihügels und reicht durch eine Höhe von mehr als einem Centimeter bis über die Austrittsebenen der motorischen Quintuswurzel herab immer nach einwärts von der äussern absteigenden Wurzel gelegen (Fig. 250, 251, 252 *F*). Ausstreuungen dieser compacten Formation reichen aber noch in die seitlichen Gegenden der hintern Brückenabtheilung als radiär gegen den grauen Boden gewendete, mit radiären

ihm entgegenziehenden Nervenfäden verbundene grosse pigmentreiche Körper, welche vielleicht gleichfalls dem Quintus Ursprünge von der gleich zu berührenden Verlaufsweise zusenden. In gleicher Zerstreuung finden sich die schwarzen Zellen auch im Dache der Rautengrube nach innen vom Bindearm (substantia ferruginea superior). Im kindlichen Gehirn und bei Säugethieren entbehren sie gleich denen der SÖMMERING'schen Substanz des Pigmentes, welches überhaupt an vielen Körpern dieser Formation nicht zur Entwicklung kommt.

Die Quintusbündel aus der Substantia ferruginea laufen als ein 0,8 Mm. dickes Stratum unter dem grauen Boden quer nach einwärts, durchbrechen, durchflechten und umkreisen dann das hintere Längsbündel und gelangen durch eine, theils zwischen den hintern Längsbündeln, theils vor denselben gelegene spitzwinkelige commissurenartige Kreuzung (die zugleich bogenförmig, nach oben convex ist) über die Mittellinie. Jenseits begeben sie sich theilweise nach Durchbrechung und theilweise nach vorderer Umgehung des anderen hinteren Längsbündels wieder nach aussen und biegen sich nach vorne, um als die mittlere Abtheilung der den grauen Boden umsäumenden Kette von Bündeln in den Verlaufsstrom der grossen Quintuswurzel einzugehen (Fig. 252, 253, 5 *b*).

Der durchflochtene Querschnitt des hintern Längsbündels sowohl, als hauptsächlich das ihn nach vorne umgebende Gebiet ist bis zur Gränze der hintern Brückenabtheilung hin sehr reich an Nervenkörpern eines grossen, spärlicher vorhandenen und eines weit kleineren, reichlicher angesammelten Calibers. Die mittlern absteigenden Quintuswurzeln scheinen mir mit der grössern Form zusammenzuhängen.

Die innere Abtheilung der absteigenden Quintuswurzeln geht mit höchster Wahrscheinlichkeit aus den Längsbündeln der vordern Brückenabtheilung (Fuss des Hirnschenkels) hervor, in Form von geraden Bündeln der Raphe, die aus der vordern Brückenabtheilung in die hintere laufen. Nach spitzwinkeliger Durchkreuzung biegen sie sich theils vor dem hintern Längsbündel, theils, dasselbe quer durchsetzend, theils hinter demselben nach aussen, und gesellen sich dem Quintus als die innersten seiner vom grauen Boden bedeckten Wurzeln zu, zwischen dem hintern Längsbündel und den mittlern absteigenden Wurzeln gelagert (Figg. 252 rechts *L*, 253 links *R L*). Die quer verlaufenden Kreuzungsbündel der mittlern, und die gerade verlaufenden der innern absteigenden Wurzeln scheinen sich in der Raphe nicht zu durchsetzen, sondern die erstern über die letztern bogenförmig ausbeugend wegzulaufen. Die innern absteigenden Wurzeln hängen mit den vor und hinter dem hintern Längsbündel gelegenen Formationen kleinerer Nervenkörper zusammen.

STILLING leitete die beiden letztangeführten Formen des Quintusursprunges einfach vom grauen Boden her. Ich selber leitete früher ihren Ursprung von einer Strahlung des Hemisphärenmarkes her, die sich noch oberhalb der in Fig. 248 dargestellten Schnittebene unter dem Sehhügel weg dem hintern Längsbündel nach

aussen zugesellt und mit ihm nach abwärts steigt. Indem diese Bündel zwischen äusserer absteigender Quintuswurzel und hinterm Längsbündel nach abwärts gelangen, aus welcher Gegend ein so ersichtlich mächtiger Zuzug an die grosse Quintuswurzel tritt, musste ich sie für Theile dieser Wurzel selbst halten. Nachdem ich aber den Vorgang kennen lernte, vermöge dessen das Mark aus der Substantia ferruginea unter den grauen Boden der andern Seite gelangt, sehe ich ein, dass jene seitlichen hintersten Haubenbündel, nach aussen vom hintern Längsbündel, von den wirklichen absteigenden Quintuswurzeln zwar durchflochten und bedeckt werden, nicht aber Quintuswurzeln sein dürften.

3. Eine Quintuswurzel, deren Ursprungsmasse unterhalb der Austrittsebenen gelegen ist (Aufsteigende Quintuswurzel). Der Austrittsstelle des Quintus (Fig. 253 *GQ*) nach aussen von dem Projectionsfelde der Haube und nach innen von den Kleinhirnmassen entspricht bis in die untersten Schnittebenen der Oblongata eine dichte Gruppe von Querschnitten, deren Ende nothwendig im Quintusursprung liegen muss (Figg. 254, 255, 256, 257, 258 *S*, *G*). Dieser Querschnitt schliesst in einer nach hinten gewendeten Concavität graue, mit überwiegend kleinen Nervenkörpern erfüllte Substanz ein, in welcher er, sich in feine Bündel zerklüftend, am untern Ende der Oblongata aufgelöst wird, und um welche herum ebendort der Seitenstrang und der Hinterstrang des Rückenmarkes zusammenfliessen. Sie kennzeichnet sich demnach als die gelatinöse Substanz oder der Kopf des Hinterhornes. Die Masse dieser gelatinösen Substanz erscheint in der untern Hälfte der Oblongata ausserordentlich vermehrt, zum Tuberculum cinereum Rolando angeschwollen, weil sie in diesen Höhen als Ursprungsmasse den wesentlichsten Theil der aufsteigenden Quintuswurzel sich entwickeln lässt (Figg. 261, 262 *G*). Grössere, der Formation der gelatinösen Substanz fremde Caliber von Nervenkörpern, welche sie in verschiedenen Höhen der Brücke und Oblongata mit einschliesst, glaube ich als von durchpassirenden Massen der Fibrae arcuatae und zum Theile von durchziehenden Nervenwurzeln eingeschleppt ansehen zu dürfen.

4. Kleinhirnwurzeln des Quintus. Sie durchsetzen und umgürten den Bindearm als mit höchster Wahrscheinlichkeit in das 5. Nervenpaar eintretende Bündel, von welchen schon Stilling eine solche Verlaufsweise angenommen hat (Figg. 252, 253, 5 *d*).

Jedenfalls erscheint es befriedigend, in der Ursprungsweise eines mit so verschiedenen periferen Bezirken verknüpften Nervenpaares eine entsprechende anatomische Vielgestaltigkeit zu constatiren. Andererseits aber müssen wir es bei der objectiven Aufzählung dieser Ursprungsformen bewenden lassen, weil es für eine ordnende und ihr Verständniss aufschliessende Theorie heute noch an Grundlagen fehlt.

Unterhalb des Quintusursprungs zerfällt der graue Boden durch eine paarige Lateralfurche in das mediale Ursprungsgebiet des 6. und 7. Gehirnnervenpaares und in das seitliche des Nervus acusticus (Fig. 254 *G* und 8).

Der Nerv. abducens (Fig. 254. 6) nimmt seinen Ursprung aus Stillings

Abducens-Facialiskern, einer im Querschnitt (Fig. 254 links vor G) 2 Mm. breiten und 1.6 mm dicken Anhäufung von meist 45 μ langen und 15 μ dicken, schlanken, vielstrahligen Nervenkörpern.

Dieser Kern ist nach Stilling und Schröder v. d. Kolk durch hinterste Fibrae arcuatae mit der Raphe verbunden. Ich habe mich durch Verfolgung der Bündel überzeugt, dass selbst diejenigen Fibrae rectae der Raphe, welche aus der Region des Abducens-Facialiskernes schräg nach abwärts gegen die Oblongata verlaufen, sich am untern Brückenrande umbeugen, und mit den Pyramiden in den Hirnschenkel laufen. Der Abducens-Facialiskern wird demnach unter der gekreuzten Einwirkung der Ursprungsmassen des Hirnschenkelfusses stehen.

Innerhalb einer Brückenhöhe von 1,4 Mm. gehen aus diesem Kerne in feinen getrennten Fäden die Abducenswurzeln hervor, welche in geradem, der Raphe parallelem und nahem Verlaufe die Gränze der hintern Brückenabtheilung und von da in schrägem Durchbruch nach abwärts an bekannter Stelle die Gehirnbasis erreichen. Die äussern Bündel der centralen Abducenswurzel, welche im Kerne mehr vorn liegen, treten ersichtlich in nach einwärts geschwungenem Bogen aus dessen Nervenkörpern hervor. Die innern Bündel derselben aber scheinen den Kern als dichtes Mark nach hinten zu umgreifen, in welchem nur spärliche Nervenkörper erscheinen. Ich glaube mich aber sicher überzeugt zu haben, dass auch diese Bündel einfach aus demselben Kerne hervorgehen, indem sie beinahe eine Kreistour um den Ursprungskern beschreiben.

Der Abducenskern mit seinen Wurzelbündeln würde demnach einen dem Hypoglossuskern (Fig. 258 XII) ähnlichen Knäuel darstellen.

Das centrale Ende des Knäuels würde, ähnlich wie dort, in jenen Fibrae rectae der Raphe zu finden sein, die als hintere Fibrae arcuatae in den Abducenskern eingehen. Diese Hirnschenkelbündel umkreisen die Kernmasse von vorn und aussen, werden in den Nervenkörpern unterbrochen und in der Flucht des Knäuels in die Wurzelbündel übergeführt, wobei sie die Umkreisung des Kernes nach hinten und innen vollenden. Die Schwierigkeit, an Schnittpräparaten die Continuität dieser Bahn vor Augen zu bringen, liegt hauptsächlich darin, dass der Verlauf, den jeder Faden dieses Knäuels in der Raphe nimmt, tiefern Schnittebenen angehört, als das Wurzelende desselben Fadens, daher in der rechten Hälfte von Fig. 254, die höher als die linke gelegen ist, schon Wurzeln des Abducens sichtbar sind, ohne dass noch etwas von dem Kerne desselben vorhanden ist.

Ob ausserdem noch Wurzelbündel des Abducens von einer aussen und oben von diesem Kerne liegenden unbekannten Ursprungsmasse stammen, wie Schröder v. d. Kolk will, muss dahin gestellt bleiben. Derselbe machte die anziehende Bemerkung, der von der Raphe abgewendete Verlauf der Abducenswurzel deute auf eine (im Gegensatz zu dem augenscheinlich gegen eine Kreuzung in der Raphe hinstrebenden Oculomotorius) ungekreuzte centrale Innervation des Nerv. abducens hin, wodurch sein synergistisches Wirken mit

dem entgegengesetzten Rectus internus erklärlich werde. Verhält sich der Abducensursprung nach meiner Angabe, so verliert diese Bemerkung ihre Anwendung auf den gegebenen Fall, so richtig das Princip in Bezug auf anatomisch praeformirte Coordinationen von Bewegung auch sein mag, wie ich in seiner Anwendung auf den theils gekreuzten, theils ungekreuzten Ursprung der Haube des Hirnschenkels anerkannt habe. Dass dieses Princip aber auf die Innervation durch den Fuss des Hirnschenkels nicht anwendbar ist, habe ich pag. 752 im Allgemeinen ausgesprochen und es dürfte eben wegen seiner Verbindungen mit der Raphe auch beim Abducenskern kein abweichendes Verhalten obwalten.

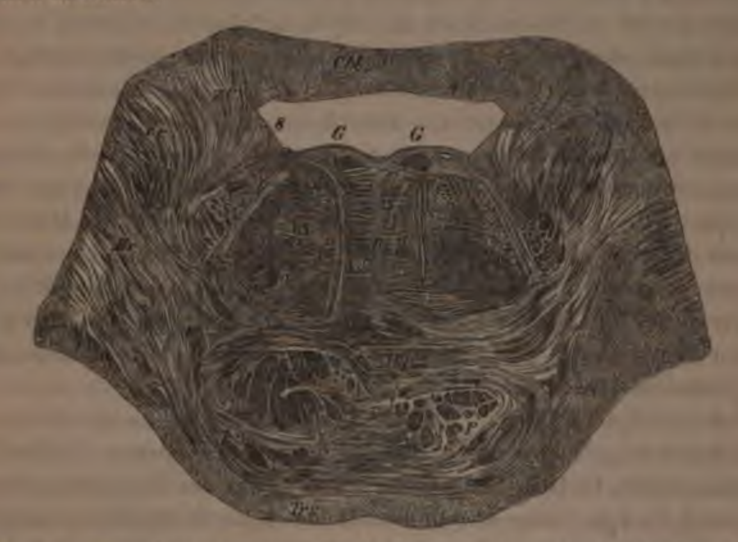


Fig. 254. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke in den Ursprungsebenen der Nervi faciales und abducentes. Die rechte Hälfte der Zeichnung stellt eine etwas höher gelegene Schnittebene, als die linke dar. *Cbl* Kleinhirnmasse als Dach des 4. Ventrikels. *ZC* das Hervortreten der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles aus dem Kleinhirn. *cr* Das Hervortreten des corpus restiforme aus dem Kleinhirn. *R* die Raphe der hintern Brückenabtheilung. *VS* das motorische Querschnittsfeld derselben. *S* das sensorische Querschnittsfeld derselben, die aufsteigenden Quintuswurzeln enthaltend. *O* die obere Olive. *Br* der Brückenarm. *Trp* seine tiefen, *Trs* seine oberflächlichen Querbündelschichten. *P* die vordern Längsbündel der Brücke. 7 die Facialiswurzel. *G* das Facialisknie. 7′ der hintere (obere) Facialiskern oder Facialis-Abducenskern. 7^2 der vordere (untere) Facialiskern. 6 Abducenswurzel. 8 Gebiet des innern Acusticuskernes im Querschnitt des grauen Bodens.

Ob aber von bestimmten Coordinationscentren aus (Vierhügel) der Abducens gekreuzt oder direct innervirt werde, das können Verlaufsverhältnisse zu ihm herabsteigender Bahnen auch in ganz andern Höhen entscheiden. Vielleicht ist für die Beherrschung des Abducens durch ein von ihm weit abgelegenes Centrum in der Höhe des Oculomotoriusursprungs die schöne, von Gudden aufgedeckte Thatsache von Belang, dass vom obern Zweihügel ein plattes Bündel in querem Verlaufe in den Hirnschenkel eingeht (tractus transversus pedunculi), welches nur zu sehr schwacher Entwicklung kam, wenn

[illegible]

[illegible] Fig. 23[illegible] links).

[illegible] Ursprungsmasse unterhalb der Austrittsebenen gelegen ist. Aufsteigende Facialiswurzel. Deren Verlauf haben unabhängig von einander Dean und Deiters richtig erkannt, soweit sich dies an der unvollendet gebliebenen Darstellung des letzteren entziffern lässt. Auch Clarke hatte ihre Verhältnisse vollständig durchblickt, nur dass er irrthümlich als Ursprungsmasse die obere Olive an Stelle des von ihm mit dem motorischen Quintuskern verwechselten untern Facialiskernes setzte. Ihre Ursprungsmasse ist der vordere (untere) Facialiskern, eine Anhäufung aus [illegible] μ langen und [illegible] μ dicken, schlanken, fortsatzreichen Nervenkörpern, welche bis in das Gebiet des Abducens-Facialiskernes reichend, in einer Länge von [illegible] Mm. sich bis nahe an die untere Brückengränze erstreckt, und der Quere nach 1,6 Mm., im geraden Durchmesser 2,4 Mm. misst.

Dieser Ursprungskern liegt der obern Olive aussen hart an, und erscheint

beim Menschen scharf begrenzt (Fig. 254 links 7) durch Curvaturen eines Knäuels, in welchen ihn die Ursprungsbündel einbetten, dessen centrales Ende den Kern durch die Raphe mit dem Hirnschenkel verbinden dürfte. Bei Thieren ist der Kern weniger scharf begrenzt, weil der durch Bindesubstanz auseinander gedrängte Ursprungsknäuel (ähnlich wie in den Glomeruli olfactorii) undeutlicher wird (Fig. 255,7). Die perifer auslaufenden Fäden des Knäuels laufen getrennt und fein in einer nach aussen convexen Curve bis zum grauen Boden und sammeln sich dort zu einem knieförmig nach oben umgebogenen compacten Bündel Facialisknie (Deiters), welches während seiner Verlaufshöhe von 5 mm in allen Querschnitten nach innen und hinten von der Abducenswurzel und ihrem Kerne als ein dunkler, scharf begrenzter Querschnitt auftritt (Fig 254. links G). Das Knie erscheint durch diese beiden Gebilde von der austretenden Facialiswurzel darum getrennt, weil es in dieselbe durch einen (den Facialis-Abducenskern nach oben umkrümmenden, also) abgekappten Bogen übergeht. Die aufsteigende Facialiswurzel wiederholt bei ihrem Austritt um 5 Mm. höher oben die von ihren Bündeln beim Verlassen des Kernes beschriebene, nach aussen convexe Krümmung (Fig. 254, G 7 rechts). Indem die austretenden Facialiswurzeln sich in einer gegen 2 Mm. messenden Brückenhöhe entfalten, müssen deren untere Bündel begreiflicher Weise in einer Reihe von Querschnittebenen dem Kniestück gegenüber liegen (Fig. 254 links).

Die aufsteigende Facialiswurzel ist demnach ein ausser Verbindung mit dem Abducenskern stehendes Bündel, welches diesem Kern und der Abducenswurzel durch einen ein verbogenes Hufeisen formirenden Umweg ausweicht und sie umkrümmt. Die Schenkel dieses Hufeisens liegen in der Brücke (einander parallel) übereinander; der untere Schenkel führt dem Knie die Bündel aus dem vordern Facialiskern nach einwärts und hinten (Fig. 255) zu, der obere führt sie aus dem Knie nach aussen und vorne in der Austrittsrichtung ab (Fig. 254 rechts). Das Knie bildet ein beide Schenkel senkrecht verbindendes Mittelstück. Das Hufeisen ist aber zugleich, um den gemeinsamen Kern (bis zu seiner medialen Fläche) zu umkrümmen, am Mittelstück (gleichsam längs der Fläche) nach innen zu verbogen, und zugleich ist es, um den obern Umfang dieses Kernes zu umkrümmen, am obern Schenkel (gleichsam längs der Kante) nach oben zu verbogen.

Die obersten aus dem Knie umbeugenden Fäden der Facialiswurzel reichen bis in den Quintusursprung hinauf (Fig. 253, 7), daher Stillings Auffassung des Facialisknies als eine hintere constante Quintuswurzel und sein Terminus: unterer Trigeminuskern statt Facialiskern.

Die Wurzeln des Nervus acusticus treten ungefähr in gleicher Höhe mit dem Ursprung der aufsteigenden Facialiswurzel auf (Fig. 255,8) und mit ihnen stehen in der Brücke folgende 4 Formen grauer Masse in Verbindung.

1. Der innere Acusticuskern (Stilling, Clarke). An ihm ist eine obere, mittlere und untere Höhe zu unterscheiden. In der obern ist er nach aussen von der Wölbung des obern Facialiskernes (Fig. 254,8) gelegen, in

der mittlern (ungefähr der Zone der Striae medullares entsprechend) gehört ihm die ganze Breite der Rautengrube (Fig. 255 VIII), in der untern liegt er nach aussen vom Glossopharyngeusursprunge und dem Vago-Accessoriuskerne (Fig. 257 8).



Fig. 255. Durchsichtiger Querabschnitt aus dem Kleinhirn und den obersten Ebenen der Oblongata von Cercocebus cinomolgus. Acusticusursprung. Die rechte Hälfte der Zeichnung stellt eine etwas tiefer liegende Schnittebene als die linke dar. *V^4* Die vierte Gehirnkammer. *RRR* Die Rinde der linken Halbkugel, des Oberwurmes und des Unterwurmes vom kleinen Gehirne. *VIII* Der innere Acusticuskern. *N* Die Raphe. *P* Die Pyramide. *MF* Das motorische Querschnittsfeld der hintern Abtheilung der Oblongata. *GV* Die gelatinöse Substanz mit den Bündeln aufsteigender Quintuswurzeln. *a* Fibrae arcuatae mit der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles zusammenhängend. *H* Die Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles. *St* Die äussere Abtheilung des Kleinhirnstieles (zwischen beiden Abtheilungen grosse Zellen). *Br* Der Brückenarm. *Rs* Corpus rhomboideum. *O* Obere Olive. 7 Unterer Facialiskern nach aussen von derselben, aus welchem die bis unter den grauen Boden in den Querschnitt des Facialisknies reichenden Facialiswurzeln 7 hervorgehen. 6 Nerv. abducens. 8 Nervus acusticus in 8^1 aus dem innern Acusticuskern am grauen Boden, in 8^2 aus Stillings vorderem Acusticuskern, in 8^3 aus der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles in 8^4 aus der äussern Abtheilung desselben entspringend. *D* Der gezackte Kern im Kleinhirn. *T* Der Dachkern (Stillings) im Kleinhirn. *B* Die Markmasse des Bindearmes im Kleinhirn. *H^1* Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles mit gekreuztem und *H^2* mit anscheinend ungekreuztem Verlaufe. *F* Der Flockenstiel, rechts zugleich als Querschnitt und als quere Längsbündel über dem Strickkörper.

Dieser Kern ist am allerdichtesten unter den Massen des grauen Bodens von feinen Bündeln durchsetzt, die überwiegend in der Richtung vom Kleinhirnstiel gegen die Raphe ziehen und dabei die 30—45 μ langen, 12—15 μ breiten Nervenkörper einschliessen.

2. Der äussere Acusticuskern (Clarke, Dean). Er begreift das trapezoide Feld der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels in sich, welches, unmittelbar an den innern Acusticuskern angelehnt (Fig. 255 links *H*, rechts hinter 8[1], Fig. 257 *SFC*), die vordere und hintere Begrenzungslinie mit ihm gemeinsam hat und nach aussen an den Strickkörper des Kleinhirnschenkels stösst. Der Querschnitt des innern Acusticuskernes ist somit nur ein kleineres ähnliches Dreieck, durch die Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels unvollkommen abgegrenzt von dem Gesammtdreieck, welches die confluente Querschnittmasse des äussern Kernes mit ihm formirt. In seiner innern Hälfte ist dieser äussere Kern dicht von den Querschnittsfeldern der innern Kleinhirnstielabtheilung durchsetzt, aussen davon bildet er ein unvermengteres Grau (Fig. 255) und schliesst hier am zahlreichsten fortsatzreiche, schlanke Nervenkörper eines Calibers von 60—100 μ Länge und 15—21 μ Dicke ein.

3. Der vordere Acusticuskern (Fig. 255 8[2]), eine keilförmige, zwischen Acusticus, Strickkörper und das Mark der Flocke hineingeschobene Masse, die beim Menschen einen dreieckigen 3 Mm. hohen und 2 Mm. breiten Querschnitt darstellt. Er schliesst in dichter Anordnung 15—21 μ grosse, blasenförmige, fortsatzarme Nervenkörper ein, die denen der Interspinalganglien durch die Form nahe, durch die Kleinheit aber ferne stehen, jedoch wie diese je in eine zarte, kleine Kerne einschliessende Hülle eingekapselt sind.

4. Die Nervenkörper der Acusticuswurzel, welche sich in deren ganzen centralen Verlauf einzeln und nesterweise einschalten, besonders aber die Austrittsstelle am vordern Brückenrande ganglienartig aufblähen, und nicht minder sich in die äusseren, den Kleinhirnschenkel umgreifenden Wurzelantheile einlagern. Ihrer meist ansehnlichen Grösse, ihrer gestreckten fortsatzreichen Gestalt und des Fehlens der Kapseln wegen darf man sie nicht mit Stilling und Clarke als Eine Formation mit dem vordern Kerne zusammenwerfen.

Bezüglich der mit diesen Kernen verbundenen Markmassen ist, wie überall, zunächst die Orientirung darüber nöthig, welche davon diese Kerne zu Ursprungsmassen und welche sie zu Endigungsmassen haben, indem sie von als noch centraler anzusehenden Herden zu ihnen herabsteigen.

Zunächst bietet der Nervus acusticus keine Anhaltspunkte, ihn der so verwandten hochstehenden Bedeutung seines Sinnesgebietes wegen morphologisch mit dem Riechlappen und Sehnerv in eine Parallele zu bringen. Denn es führt von der Brücke, welche sich morphologisch von der Hirnrinde aus zum Riechlappen und der Retina als verwandten Bildungen schlagen liess, kein vermittelnder Bogen zu der Gestaltung des Labyrinthes, des Cortischen Organes hinüber. Fand sich das Mark des Riechlappens und der Retina (als Sehnerv) durch mit dem obern Gliede des Projectionssystemes ganz gleichförmige Formen der Einstrahlung in ein und denselben Endigungsganglien mit dem der Grosshirnrinde zusammen, so reicht dagegen der Nervus acusticus zu keinem dieser Ganglien hinauf, sondern tritt in das mit den Grosshirnlappen

nicht unmittelbar verbundene centrale Höhlengrau ein. Der unmittelbare Eintritt in dasselbe und dessen Form macht den Nervus acusticus augenscheinlich dem untern Gliede des Projectionssystemes, den Nervenwurzeln ähnlich. Darum ist es aber noch nicht berechtigt, den Nervus acusticus in den weitern Verlaufsdetails auch vollkommen mit den übrigen Nervenwurzeln des Hirnstammes verschwimmen zu lassen und mittelbar in den Rückenmarktypus einzureihen. Dies versucht DEITERS, indem er beide als zusammengehörige Glieder seines seitlichen gemischten Systemes auffasst, dessen übrige Formationen die gleichfalls weder rein sensorischen noch rein motorischen Nervi glossopharyngei, vagi und accessorii darstellen. Er erneuert damit nur die alte Auffassung GALEN's, FALLOPIA's, HALLER's, wonach der Nervus acusticus als Portio mollis mit dem Nervus facialis eine gemeinsame Nervenwurzel bilde.

DEITERS wies dem Nerv. acusticus diese Stellung in der Meinung an, den schon von FOVILLE und SCHRÖDER VAN DER KOLK im Allgemeinen ausgesprochenen Acusticusursprung aus dem kleinen Gehirne abweisen zu dürfen. Ich betone aber schon vor der detaillirten Schilderung, dass eben die ausschliessliche, theils directe, theils gekreuzte Verbindung mit dem Kleinhirn dem Nervus acusticus eine von den übrigen Nervenwurzeln getrennte Stellung anweist, für welche von mir vor Jahren schon mikroskopisch belegte Ansicht als Gewährsmänner nun auch CLARKE und DEAN anzuführen sind.

Dem gesammten Darstellungsgange dieser Arbeit gemäss sollte ich zunächst die Bahnen aufweisen, welche die Grosshirnlappen durch den Pedunculus mit den Ursprungsmassen des Nervus acusticus verbinden, eine Verbindung, welche man aus psychologischen Gründen beim Menschen sich als so breit, als so mächtig denken müsste, wie etwa die der Retina durch den Sehnerv. Aber höchst überraschender Weise ist eine solche Verbindung der Ursprungsmassen des Nervus acusticus mit dem Hirnschenkel nicht aufzufinden.

Zwar gewinnt man in den gemeinsamen Gebieten des Acusticus- und Facialisaustritts das schlagendste Bild einer vollständigen Umbeugung des hintern Längsbündels in die seitlich von ihm gelegenen Ursprungsmassen des Nervus acusticus (Fig. 256, 8, VIII), was mich früher bestimmte, dem hintern Längsbündel die Bedeutung eines Acusticusstranges beizulegen. Doch haben mich später Präparate von ausnehmend glücklicher Imbibiton aus der Brücke des Hundes befähigt, in eine noch feinere Anschauung des Sachverhaltes einzugehen, und mir gezeigt, dass das hintere Längsbündel in einer die Umbeugung eminent vorspiegelnden Weise von den centralen Acusticusbündeln nur durchflochten wird, während es nach abwärts zum Vorderstrange des Rückenmarks (STILLING) zieht.

Die geraden Fasern der Raphe hat zwar STILLING schon in die äussern Wurzeln des Acusticus (Striae medullares) übergehen sehen, doch vermittelt die überwiegende Mehrzahl derselben gewiss keine Verbindung mit dem Hirnschenkel, indem sie sich jenseits der Mittellinie als Fibrae arcuatae in den Kleinhirnschenkel verfolgen lassen.

Nach Allem, was vorliegt, darf man es für gewiss halten, dass eine irgend ergiebige unmittelbare Verbindung des Acusticus mit den Grosshirnlappen nicht vorhanden ist, sondern dass eine solche als physiologisches Postulat anzusprechende Verbindung nur mittelbar auf dem Wege durch das kleine Gehirn zu Stande kommen kann.

Unter den Verbindungssträngen, die das Kleinhirn aussendet, kann hierbei füglich nur an die Bindearme oder das Marksegel mit dem Vierhügelfrenulum gedacht werden. Sollte es berechtigt sein, die Bindearme auch der dem Sehnerv ebenbürtigeren Mächtigkeit wegen als die vermittelnde Bahn zwischen Nervus acusticus und grossem Gehirne anzusprechen, so würde die Haubenkreuzung die Bedeutung eines Chiasma des Gehörsinnes erlangen.

Der Ursprung des Nervus acusticus aber umfasst folgende, zum Theil aus den genannten Kernen hervorgehende Formen.

Zunächst ist eine, vor dem Kleinhirnschenkel durch die Brücke verlaufende vordere Hauptwurzel von der, mit ihren äussersten Bündeln den Kleinhirnschenkel umgreifenden hintern Hauptwurzel, welche die Striae medullares einbegreift, zu unterscheiden.

Die gesammelten Bündel der vordern Wurzel verlaufen in einer Mächtigkeit von 2 Mm. Höhe und etwas mehr als 1 Mm. Breite zwischen dem Strickkörper und der aufsteigenden Quintuswurzel, und setzen sich aus gekreuzt und aus ungekreuzt entspringenden Bündeln zusammen.

1. Die gekreuzten Bündel sind die innersten der vordern Wurzel und entspringen scheinbar aus dem innern Acusticuskern ihrer Seite. Diese Ursprungsbündel aber, welche, quer von der Raphe her ziehend, den innern Acusticuskern und die gleichseitigen Bündel der innern Kleinhirnstielabtheilung durchsetzen, leiten sich in zweifacher Form aus der innern Abtheilung des entgegengesetzten Kleinhirnstieles her. Einmal verlaufen sie aus dem Kleinhirnschenkel durch den innern Acusticuskern in einer Richtung, welche durch den Klangstab Bergmanns oder etwa durch mehrere aufsteigende Markstreifen J. Engels markirt sein kann (also bis zum innern Ende der queren Striae medullares herab), theils in Gestalt der genannten Formationen oberflächlich, theils tiefer (vor dem Facialisknie), um jenseits der Mittellinie in den ihrer Herkunft aus dem Kleinhirn entgegengesetzten innern Acusticuskern zu gelangen. Sie durchflechten hierbei beide hintere Längsbündel.

Vermöge dieses Verlaufes würden in Fig. 255 bei *H* die, hintere Querschnitte des innern Feldes vom Kleinhirnschenkel durchsetzenden Bündel *H*[1] mit den, dessen vordere Querschnitte durchflechtenden Acusticusbündeln 8[3] durch den innern Acusticuskern *VIII* hindurch eine gekreuzte Continuität bilden, deren ganzer Verlauf aber niemals in eine und dieselbe Querschnittsebene fällt. Eine Phase dieses Verlaufs zeigt Fig. 256 8″, *VIII*.

In ihrer zweiten Verlaufsform gehen die Kleinhirnbündel, ohne den innern Acusticuskern zu durchsetzen, durch den äussern Acusticuskern gerade nach vorn und in Fibrae arcuatae (Fig. 255 *a* über, die sämmtlich vor dem

hintern Längsbündel verlaufen, in der Raphe sich aber nach dem grauen Boden umbeugen, um durch das hintere Längsbündel, und hinter ihm weg den entgegengesetzten innern Acusticuskern zu durchsetzen. Mit den Wurzelfäden, die nach der mittlern Kreuzung durch den äusseren Acusticuskern quer in die Acusticuswurzel verlaufen, bilden diese noch ungekreuzten Kleinhirnbündel ein rechtwinkeliges Gitter, in dessen Fenstern die Querschnitte nach abwärts ziehender Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels (Fig. 255 *H*, 257 *SFC*) stecken. Die innersten Bündel der vordern Wurzel durchsetzen den aufsteigenden Quintus, und die untersten treten nicht durch den Kleinhirnschenkel, sondern hart vor ihm in die Wurzel ein. Letzteres hielt Stilling, sie aus dem gleichseitigen Acusticuskern herleitend, für die einzige Ursprungsweise des Acusticus.

Die ungekreuzten Antheile der vordern Wurzel entspringen:

2. aus dem äussern Acusticuskern (Clarke, Dean), dessen grosse Zellen nach aussen von den Querschnitten eine ziemlich unvermengte Anhäufung bilden und ihre Fortsätze augenscheinlich in Wurzelfasern erstrecken (Fig. 255, 8[1]). Die Flucht dieser Wurzelbündel setzt sich über die Nervenkörper hinaus in das Kleinhirn fort, und zwar, wie ich mich am Menschen zweifellos überzeugte, sowohl durch den Bindearm als nach aussen von ihm (Clarke, Dean) (Fig. 255 links *B*). Die grossen Zellen des äussern Acusticuskerns hängen nach Clarke auch mit den umgebenden Querschnitten und dem Gitter dazwischen zusammen.

3. aus dem Querschnitte des Strickkörpers (Fig. 255 *St*).

4. aus dem vordern Acusticuskerne (Stilling), der wieder ihren Uebergang in das Kleinhirnmark vermittelt (Fig. 255 8[2]).

Zur hinteren Acusticuswurzel vereinigen sich:

5. oberflächliche Bündel, die Striae medullares, welche den innern Acusticuskern und den Kleinhirnschenkel bedecken. Sie gehen aus der innern Abtheilung des entgegengesetzten Kleinhirnschenkels durch Fibrae arcuatae hervor, die sich neben der Raphe nach hinten umbiegen und durch dieselbe bis zur Oberfläche des grauen Bodens gelangen.

6. die tiefliegenden Bündel der äussern Wurzel bedecken zwar den Kleinhirnschenkel ihrer Austrittsseite, nicht aber den grauen Boden, indem sie, die auf ihrer Ursprungsseite wie die Bündel der Markstreifen sich verhalten, in der Raphe nicht bis zur Oberfläche des grauen Bodens nach hinten laufen. Die hinteren dieser oberflächlichen Bündel durchmessen, bis nahe zur Mittelfurche gelangend, den ganzen inneren Acusticuskern. Die vorderen aber verlassen die Raphe noch vor dem grauen Boden, so dass sie auch auf Seite des Wurzelaustrittes Fibrae arcuatae bilden, welche die vordere Ecke des Acusticuskernes durchschneiden, und im Grau desselben hart am innern Rande des Kleinhirnschenkels nach rückwärts ziehen. Zwischen den hintersten Querschnitten der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels treten sie nach aussen und werfen sich mit den übrigen Bündeln der hintern Wurzel

über den Strickkörper (Fig. 257 die Bündel zwischen *X* und *X*[1], und die hinter *SFC*).

Ein anderer Bündelantheil der äussern Wurzel endlich durchsetzt nach Clarke's und Dean's richtiger Angabe den Strickkörper, statt ihn zu umgürten. Er dürfte wohl auch durch Bogenbündel aus der entgegengesetzten innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels hervorgehen. So wie der Acusticuskern selbst, reichen auch die mit ihm zusammenhängenden Bogenbündel und Wurzelfäden bis in die Region der Vaguswurzeln herab (Fig. 257 *VIII*).

Die reichhaltigen Bogenzüge, welche zum centralen Verlaufe der Acusticuswurzeln gehören, liegen hinter den mit der obern Olive verbundenen Querbündeln der hintern Brückenabtheilung.

Die Formation der grossen zerstreuten Nervenkörper der hintern Brückenabtheilung hängt mit ihnen zusammen. Wenn diese, wie Deiters annahm, als Ausstreuungen der motorischen Kerne des Facialis, Hypoglossus, Vagus und Accessorius zu betrachten wären, so liesse ihre Einfügung in die Acusticusbahn an einen centralen Zusammenhang der schallaufnehmenden und der schallerzeugenden Organe innerhalb dieser reflectorischen Sphäre, in der hintern Bahn des Grosshirnstammes denken.

Vielleicht wäre auch der Bezug ebenso verknüpfter Ausstreuungen auf den Abducens physiologisch nicht ganz undurchsichtig, wenn man der, den Schalleindrücken folgenden reflectorischen Auswärtswendung des Blickes gedenkt.

Die Querschnitte durch die Oblongata sind es, die in natürlicher Weise den von Deiters auf die Brücke nur künstlich übertragenen Typus eines mittleren Systemes hervortreten lassen, welches wirklich aus motorischen und sensorischen Antheilen gemischt ist. Zu ihm gehören das 9., 10. und 11. Gehirnnervenpaar, während das 12. Gehirnnervenpaar die Stellung eines vorderen (inneren), die aufsteigende Wurzel des 5. Paares die eines hintern (äussern) Nervenursprunges einnimmt (Fig. 257, 258 *X*, *XI*, *XII*, *S*, *G*).

Der Typus der letztern beiden Ursprünge findet sich in den vordern und hintern Wurzeln des Rückenmarkes gesondert wieder, der Typus des mittlern Systemes aber schliesst mit den untersten Wurzelbündeln des 11. Gehirnnervenpaares ab. Die Ursprünge des mittlern oder seitlichen gemischten Systemes, der Nervi glossopharyngei, vagi und accessorii bieten so viel Gemeinsames, dass sie unter einem dargestellt werden können.

Der graue Boden, in welchem der grösste Theil ihrer Ursprungskerne lagert, lässt unterhalb der Striae noch als äussere Erhebung den innern Acusticuskern erkennen, dem nach aussen der äussere Acusticuskern mit den Bündeln der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels anliegt (Fig. 257 *VIII*, *SFC*). Diese Massen verschwinden nach abwärts allmählig und gleichzeitig, die Bündel laufen in Fibrae arcuatae des hintern Feldes der Oblongata aus.

Dem innern Acusticuskerne liegt anfangs unmittelbar eine mediale Erhebung an, die Clarke neuerdings als Fasciculus (eminentia) teres mit Recht hervorhebt (Fig. 257 von X[1]—X), denn die Hypoglossuskerne reichen nirgends bis

an das Ependym des grauen Bodens, sie sind in der Rautengrube sowohl, als vor dem Centralcanal von der Eminentia teres (Fig. 258 dunkle Masse hinter XII[1] und XII[2]) bedeckt, die aus kleinen (21—30 μ langen, 6—9 μ dicken Nervenkörpern und einer Menge Fasern besteht. Die Eminentia teres besitzt noch einen spindelförmigen, aus denselben Elementen bestehenden Anhang nach innen, den neben der Mittellinie liegenden medialen Kern (Figg. 257 X[3], 258 XI[3]). Beide, mit als Ursprungsmassen des seitlichen Systemes zu betrachtende Anhäufungen sind gleich unter den Striae am dicksten und verschmächtigen sich keulenförmig nach unten.

Vom Acusticuskerne und der Eminentia teres ist im Querschnitt die vordere Ecke des grauen Bodens zu unterscheiden, die sich zwischen die divergenten Grenzlinien jener beiden Massen einschiebt, und zuhöchst in der Oblongata die beiden Glossopharyngeuskerne CLARKES in sich einschliesst, unansehnliche Anhäufungen von 45 μ langen und 15 μ dicken meist spindelförmigen Nervenkörpern. Der äussere liegt in der Spitze der vordern Ecke, der innere um 1 Mm. weiter einwärts.

In tiefern Schnittebenen wird die vordere Ecke von dem hintern Vaguskern eingenommen (Fig. 257 X[1]), einer Masse, in der CLARKE gleichfalls einen innern und äussern Kern unterscheidet.

Diese Anhäufung 30—45 μ langer, 12—15 μ dicker, spindelförmiger gegen den Wurzelabgang tendirender Körper ist der obere Theil des Vago-Accessoriuskernes STILLINGS und kann mit den CLARKE'schen Glossopharyngeuskernen auch als hintere Ursprungssäule des gemischten seitlichen Systemes aufgefasst werden, deren Fortsetzung im Rückenmark die Basis des Hinterhornes darstellen wird. Zuhöchst noch auf die vordere Ecke des grauen Bodens beschränkt (Fig. 257), dringt dieser Vaguskern, während Acusticuskern und Eminentia teres abnehmen, zur Ebene des grauen Bodens als Ala cinerea vor und liegt, in den Accessoriuskern übergegangen, seitlich (und hinten) vom Centralcanal (Fig. 258 XI[1]). Der Vago-Accessoriuskern ist von einer lockern Formation dunkel pigmentirter Nervenkörper übereinstimmenden Calibers umschwärmt, und hat nach aussen von sich eine durch eigenthümliche Aufrollung feinster Fibrillen abgegrenzte Anhäufung aus nur 21—24 μ langen 6 μ dicken Spindelzellen, die mit dem Aufhören des Acusticuskernes sichtbar wird, und nach Schluss des Centralcanales sich mit der im Obex eingeschlossenen Commissur verbunden zeigt. Ihre Spindelzellen tendiren gegen den Wurzelursprung.

Gegenüber dem Vago-Accessoriuskern liegt, von den Querschnitten der hintern Oblongatenabtheilung umschlossen, die vordere Ursprungssäule des seitlichen gemischten Systemes (Fig. 257 X[2]) ein oblonger, 3 Mm. vom centralen Höhlengrau entfernt liegender Kern aus 60 μ langen, 21 μ dicken vielstrahligen Nervenkörpern, zwischen welchen die Fibrae arcuatae des Hinterstrangursprunges hindurch ziehen, die mit ihren langen Fortsätzen deutlich verbunden sind. Diesen Kern hat DEITERS nach seinen Andeu-

tungen von motorischen Ursprungsbündeln des Vagus richtig erkannt, CLARKE aber in Consequenz seiner Verkennung des untern Facialiskernes für eine Fortsetzung des motorischen Quintuskernes gehalten.

Er ist wohl von dem weiter hinten und aussen liegenden Kerne des Seitenstranges, der unter den Nesterformationen angeführt wurde, zu unterscheiden.

Dieser vordere Ursprungskern des seitlichen Systemes vertritt in der Oblongata den Processus lateralis des Rückenmark-Vorderhornes. Er lässt obere, letzterer aber die untersten Ursprungsbündel des seitlichen Systemes als Nerv. accessorius aus sich entspringen (Fig. 261, XI).

An den vordern Rand der Quintuswurzel angeschmiegt, findet sich eine gestreckte, ziemlich dichte Anhäufung ansehnlicher, spindelförmig radiär gestellter Nervenkörper, die gleichfalls zu den Ursprungsmassen dieses Systemes zu gehören scheinen.

Mit dem Hirnschenkel sind die Ursprungsmassen des seitlichen Wurzelsystemes verbunden 1. durch Fibrae rectae der Raphe, die in die feine, gegen den Wurzelaustritt geschwungene Fasermasse der medialen Kerne und der Eminentiae teretes eingehen, und auch von DEITERS als nicht zu den Hypoglossuskernen gehörige Randfasern um dieselben erwähnt werden (Figg. 257, 258 $X^4 R$, $XI^3 R$). 2. Durch die dem grauen Boden nächsten Fibrae arcuatae, die aus der Raphe in den Vago-Accessoriuskern eintreten (STILLING, SCHRÖDER, CLARKE, GERLACH). Zwei andere Fortsetzungen des Hirnschenkels in das mittlere seitliche System der Oblongata gehen direct in dessen Wurzelbündel über. Sie bilden die ersten in der Aufzählung der Wurzelbündel des seitlichen gemischten Systemes:

1. Die gemeinsame aufsteigende Wurzel der Nervi glossopharyngei, vagi und accessorii, welche das schon von STILLING und LENHOSSEK gekannte solitäre Bündel darstellt, das unter dem grauen Boden dem Innenrande des Kleinhirnschenkels, und weiter unten des Hinterstranges anliegt (Figg. 257 ohne Bezeichnung, 258 *W*). Die Bündel desselben gehen innerhalb der Ursprungsebenen der obern Accessoriuswurzeln aus der Raphe hervor (Fig. 258), nahe oberhalb der Pyramidenkreuzung. Wahrscheinlich stammen sie aus der Pyramide, respective dem Fusse des Hirnschenkels. Sie bilden die, von hinten gezählt, zweite Ordnung der Fibrae arcuatae und sammeln sich zu dem Querschnitte der genannten aufsteigenden Wurzel an, die innerhalb der Ursprungsebenen der N. vagi bereits keinen Anwuchs durch Fibrae arcuatae mehr erhält. Dieses Bündel enthält hauptsächlich am Rande kleine (21—30 μ lange, 9 μ dicke) Nervenkörper, durch deren Vermittlung es in sehr feinen, gewunden abtretenden Zügen sich theils nach und nach den Wurzelbündeln des Nerv. accessorius und vagus zugesellt, theils mit einem noch ansehnlichen obern Ende in den Nerv. glossopharyngeus umbeugt. Diese Umbeugung vermittelt ein Häufchen der genannten kleinen Körper, das von dieser Hauptwurzel des Zungenschlundkopfnerven rinnenförmig eingeschlossen wird (CLARKE).

2. Mediale Wurzeln des Nerv. vagus, die, von Fibrae rectae der Raphe ausgehend, zwischen den von ebendort stammenden Hypoglossuswurzeln und den Hypoglossuskernen als vordere Grenzbündel des grauen Bodens nach aussen in den Vagus eintreten (Fig. 257 X, X). Wahrscheinlich gehört diese Form des Ursprungs auch noch andern Wurzeln des seitlichen Systemes, als dem Vagus an.

3. Die Wurzeln aus den Ganglien der hintern Ursprungssäule des seitlichen Systemes, Ursprünge aus den genannten Kernen des Glossopharyngeus und dem Vago-Accessoriuskerne umfassend, welche nach innen von der gemeinsamen aufsteigenden Wurzel ihre Kerne verlassen (Figg. 257, 258 X^1, XI^1).

4. Wurzelbündel aus dem Fasciculus teres in den Vagus (CLARKE).

5. Wurzelursprünge aus gelatinöser Substanz (Fig. 257 *G*) innerhalb der aufsteigenden Quintuswurzeln, die sich dem Nerv. vagus und glossopharyngeus während ihres Durchsetzens der Quintuswurzel beigesellen (CLARKE).

6. Wurzeln aus der vordern Ursprungssäule des seitlichen Systemes, die ich für den Glossopharyngeus und Vagus (Fig. 257 X^2) fast in jedem Querabschnitte in Continuität verfolgen kann. Sie bilden, ähnlich wie der Nerv. facialis, parallel der Hauptwurzel gegen den grauen Boden laufend, und vor demselben sich umbeugend, ein Knie dieser beiden Nerven, das sich vom Facialisknie durch den Mangel eines senkrechten Verlaufstückes unterscheidet.

Der Gestalt und Grösse der Nervenkörper nach, und wegen der typischen Uebereinstimmung der seitlichen Lagerung ihres Kernes mit dem Facialis- und motorischen Quintuskerne sind diese Wurzelantheile als motorische Bündel des seitlichen Systemes anzusprechen.

7. Die untern Wurzeln des Nerv. accessorius entspringen bis an das unterste Ende der Pyramidenkreuzung aus dem lateralen Fortsatz des Rückenmark-Vorderhornes, und zwar meist nicht aus Zellen der Austrittsebenen, sondern durch Umbeugung aus entfernteren Partien (STILLING, LENHOSSEK, CLARKE, DEITERS). Unterhalb der Pyramidenkreuzung liegen die Ursprungszellen des Accessorius in einer geflechtartigen Zerklüftung des Vorderhornes nach aussen vom Processus lateralis (Formatio reticularis) und die Wurzeln, die zu höchst oben nach vorn divergirten, dann quer durch den Seitenstrang traten (Figg. 258 XI, 261 XI), laufen nun ganz nahe und parallel den Hinterhörnern, ohne aber deren gelatinöse Substanz zu passiren. Letzteres Ausweichen ist Regel für den gesammten Accessoriusverlauf (STILLING) (Fig. 258 XI).

Die Hypoglossuskerne liegen neben der Mittellinie des grauen Bodens, bei offener Rautengrube nach innen, nach dem Abschluss des Centralcanales nach vorn von den Vago-Accessoriuskernen, und in dem Ursprungsstücke der Hypoglossuswurzeln. Es ist jederseits ein innerer und äusserer, hart neben einander liegend, zu unterscheiden (Fig. 258 XII^1 XII^2), welche durch

ihre aus der Raphe hervortretenden Verbindungen von der kleinen Nervenkörpergruppe des vordern, in den Wurzeln steckenden Kernes getrennt sind. Die grossen Zellen der Hypoglossuskerne, die nach vorne noch weithin in die Raphe verstreut sind, messen 60 μ Länge und 21 μ Dicke, und sind mit ihrer Längsaxe den gleich zu beschreibenden knäuelartigen Bündelcurven im Innern der hintern Kerne angeschmiegt.



Fig. 258. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Oblongata hart unter der Spitze des Calamus scriptorius. *C* Centralcanal. *P* Pyramide. *O* Untere Olive. *ME* Kern des Seitenstranges unweit der freien Aussenfläche desselben hinter der Olive. *S* Gegend des Rolando'schen Höckers (aufsteigende Quintuswurzel). *G* Gelatinöse Substanz mit Markquerschnitten aufsteigender Quintuswurzeln. *Z* Gürtelschichte, nach hinten den untersten Rest des Strickkörpers formirend. *H* Hinterstrang der Oblongata mit dem Kerne des Keilstranges (*Cn*) und des zarten Stranges (*Gr*). *Oe* und *Oi* aussere und innere Nebenolive. *R* Raphe. *MFJ*, *MFE* innere und äussere Abtheilung des motorischen Querschnittfeldes (Vorderstrang und Seitenstrang). XII^1 und XII^2 innerer und äusserer Knäuel des Hypoglossuskernes. *XII* Hypoglossuswurzel. *XI* Accessoriuswurzel. XI^1 Accessoriuskern. XI^2 Ein mit (*Ob*) der im Riegel verlaufenden Commissur verbundener Accessoriuskern. *W* Die aufsteigende Wurzel des seitlich gemischten Systemes. *AS* Fibrae arcuatae.

Zuvor aber will ich eine Verknüpfung aufweisen, welche die Hypoglossuskerne mit der von dem Ursprunge des Hinterstranges und andern Formen von Fibrae arcuatae durchsetzten hintern (reflectorischen) Abtheilung der Oblon-

zu finden. Man sieht nämlich nahe nach aussen von der Hypoglossuswurzel feine, graue, radiäre Nervenbündel, entschieden von den Ursprungsmassen des Hypoglossus ausgehen und zu grossen innen parallelen Zellen gelangen, die etwa 25 Mm. nach vorne vom Hypoglossuskern liegen, und deren Fortsätze eine augenscheinliche Verbindung mit Fibrae transversae vermitteln. Diese radiären Fäden tragen zur feinen Felderung im Querschnitt des Projectionssystemes wesentlich bei, indem sie sich mit den Querbündeln durchkreuzen, was wohl von der Abgrenzung gleichfalls feiner Querschnitte durch Zwischenmassen der Querbündel zu unterscheiden ist (Fig. 258 zwischen XI u. XII). Diese Bündel, wie nicht minder die pag. 790. 6 aufgeführten Wurzeln des [illegible] Systemes fallen unter die von Lenhossek beschriebenen Radiärbündel der Oblongata.

Die [illegible] Fibrae rectae, welche die Hypoglossuskerne mit der Pyramide verbinden, scheinen mit den besonders längs des innern Pyramidenrandes entwickelten zerstreuten Pyramidenkernen Stillings zusammenzuhangen, welche Nester aus Nervenkörpern bestehen, die mit denen der vordern Brückenabtheilung übereinstimmen. Diese Nester hangen zugleich mit geflechtartig in der Pyramide aufgelösten Theilen des stratum zonale zusammen und es scheint daher, dass die Verbindungen der vordern Hirnschenkelbahn des Hypoglossus mit dem Kleinhirn durch das nur die Pyramide bedeckende Vorbrückchen vermittelt werden.

Diese Hirnschenkelbündel gehen nun durch einen knäuelartigen, in den Hypoglossuskernen eingeschlossenen Verlauf in die Wurzelfäden selber über. Das centrale Ende des Knäuels tritt mittelst der hintersten Fibrae arcuatae, die beschriebenen Fibrae rectae fortsetzend, aus der Raphe hervor. Nachdem diese Fibrae arcuatae längs des äusseren Randes jedes der beiden Hypoglossuskerne allgemach in dieselben eintraten, und mit den vielstrahligen Nervenkörpern sich verknüpften, treten sie längs des inneren Randes der Kerne in die Hypoglossuswurzeln ein, welche zum grössten Theil zwischen Pyramiden und Oliven, zum Theil durch die Olivenmasse hindurch nach aussen treten. Der nicht seltene Fall, dass solche Durchtrittsbündel im Inneren der Olive abgeschnitten endigen, hat Lenhossek und Schroeder v. d. Kolk zu der irrigen Voraussetzung theilweiser Verbindung des Nerv. hypoglossus mit der Olive durch einen Pedunculus olivae geführt.

Alle Beobachter, neuestens Gerlach, nehmen auch ein directes Hervorgehen von Hypoglossusbündeln aus dem Hirnschenkel durch die Raphe an, welche als innerste Bündel der Wurzeln einen den Fibrae arcuatae entgegengesetzten, nach hinten convexen Verlauf durch die hinteren Vorderstrangsbündel nehmen (Fig. 258 XII).

Man kann aber nicht verbürgen, dass diese Bündel nicht auch noch in Nervenkörpern unterbrochen werden, namentlich in der Raphe. Allerdings wäre durch ihre Ununterbrochenheit eine Uebereinstimmung mit dem Facialisverlauf gegeben.

Eine gekreuzte Commissur zwischen beiden Hypoglossuskernen aus sehr feinen Fasern, die hinter dem Vorderstrang die graue Mittellinie durchzieht, hat GERLACH beschrieben und CLARKE zeigte an Längsabschnitten eine Verbindung des Facialisabducenskernes mit den Hypoglossuskernen, innerhalb des centralen Höhlengrau. Bezüglich derartiger Verbindungen sind gewiss noch manche schwierige Verlaufsfeinheiten aufzudecken, die für physiologisches Verständniss coordinirter Reflexerscheinungen von hohem Belange sein werden.

Die Querbündel in der hintern Abtheilung der Oblongata bilden oberhalb der Pyramidenkreuzung von vorne nach hinten sieben Ordnungen, welche ihren Zusammenhang mit folgenden differenten Theilen finden: 1. mit dem Strickkörper; 2. mit dem Hinterstrang (Keil- und zarte Stränge); 3. mit der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels; 4. mit der Acusticuswurzel; 5. mit der aufsteigenden Wurzel des seitlichen gemischten Systemes; 6. mit dem Glossopharyngeus- und dem Vago-Accessoriuskerne; 7. mit dem Hypoglossuskerne.

5. Das Kleinhirn.

Jenes hinter dem Grosshirnstamm gelegene Centrum, das Kleinhirn, dessen Einfügung dem eben abgehandelten Abschnitte des Projectionssystems sein unterscheidendes Gepräge verlieh, hält in seiner Massenentwicklung weit mehr mit der Entwicklung der Grosshirnlappen Schritt, als die Ganglien der Haube und die hintere Bahn des Stammes. Dieses Schritthalten betrifft wesentlich die Seitentheile, die Hemisphären des Kleinhirns, während der Wurm an niedrigeren Gehirnformen vorwiegend wird. Innerhalb dieser Hemisphärentheile sind es aber wieder die vorderen Gebiete ihrer oberen Fläche, die Flügel des Centralläppchens und die vierseitigen Lappen, die im menschlichen Kleinhirn ihre breiteste Entwicklung finden. HUSCHKE. Das Kleinhirn umfasst drei unterschiedene Formen grauer Substanz: 1. die Kleinhirnrinde, das verbreitetste und mächtigste seiner Centren; 2. die gezackten Kerne im Marke der Halbkugeln und 3. die Dachkerne STILLINGS im Marke des Wurmes.

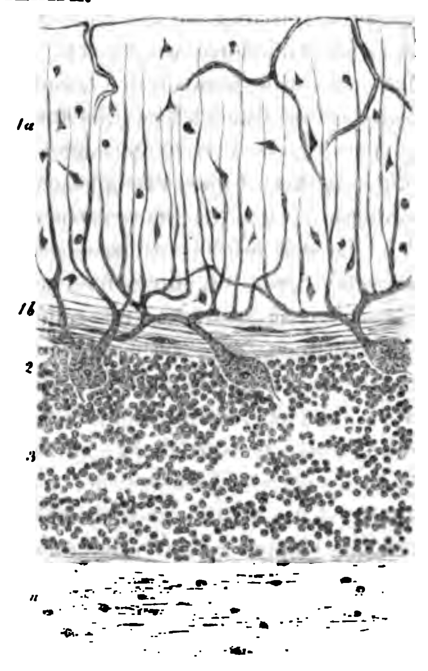


Fig. 259. Durchsichtiger Abschnitt aus der Rinde des menschlichen Kleinhirns. 1 a äusserer Theil der reingrauen Schichte. 1 b innerer Theil der reingrauen Schichte mit Spindelzellen und Fibrae arcuatae. 2. Die Schichte der PURKINJE'schen Zellen. 3. Die Körnerschichte. m Markleiste.

1. Die Rinde des Kleinhirns.

OBERSTEINER hat gefunden, dass die drei schon von PURKINJE gekannten Schichten der Kleinhirnrinde im fötalen und im Kleinhirn des Neugebornen sich noch

um eine äusserste Schichte dichtgedrängter Bildungszellen vermehrt finden, welche später sich spindelförmig strecken und in die Bindesubstanzfäden der äussersten Schicht der weichen Hirnhaut umwandeln. Dieses bindegewebige Stratum enthält zugleich die verdickten dreieckigen Anheftungen jener an die Basalmembran gehenden radiären Stützbalken, die E. Schultze, Bergmann'schen Fasern beschrieben, und die Obersteiner in ihrem Zusammenhang mit dem gesammten Stroma, bis zur innern Grenze der rein grauen Schicht und zu ihrem [illegible] Isoliren bei Betrachtung einer, durch absumirenden [illegible] Process gleichsam ausgeschwemmten Kleinhirnrinde verfolgt hat.

Die drei deutlich unterscheidbaren Schichten sind 1. die rein graue äusserste, 2. die mittlere schmale Schicht der grossen Zellen Purkinje's und 3. die innere, rostfarbliche oder Körnerschichte (Fig. 259 1, 2, 3). Die äusserste Schicht ist sehr reich an einer ganz mit der bindegewebigen Grundlage der Grosshirnrinde übereinstimmenden reticulär-molekulären Grundsubstanz, welche der jüngere Stilling lediglich als einen Filz feinster Verzweigungen der Ganglienfortsätze auffasst. Eingebettet sind nebst zahlreichen freien Kernen der Bindesubstanz kleine 6—10 μ messende dreieckige, [illegible] und spindelförmige Nervenkörper. Wegen der Hinfälligkeit ihres Protoplasmas ist hier oft schwerer, als in der Grosshirnrinde ihre Natur als Nervenkörper festzustellen.

An der innern Grenze dieser Schicht, und zwar je um die Furche zwischen zwei Windungsblättchen herum finden sich die kleinen Elemente spindelförmig gestreckt, in Parallelismus [illegible] mit einer Lage von transversalen, fein varicösen Nervenfasern (Fig. 259 1 b), die den entschiedenen Anschein von Fibrae propriae der Kleinhirnrinde geben. Sie dürfen aber vielleicht darum nicht mit voller Sicherheit als solche angesehen werden, weil, wie gleich zur Sprache kommt, eben um die Windungsfurchen herum auch die Fortsätze der benachbarten grossen Zellen sich transversal ausstrecken, so dass es sich immerhin um derartige, dann aber sicher auch mit den kleinen Zellen verbundene Fortsätze handeln könnte.

Die mittlere Schichte der Kleinhirnrinde enthält in einem einreihigen Nebeneinander die grossen Purkinje'schen Nervenkörper (Fig. 259, 2). Der mächtige, in Länge und Dicke [illegible] und 2[illegible] μ messende Leib dieser Elemente ist am [illegible] gegen die Körnerschicht hin anscheinend fortsatzlos aufgebläht, während die mächtigen nach aussen gewendeten Fortsätze immer ersichtlich sind. Nach Kölliker, Deiters, Koschewnikoff und Hadlich sendet jene innere Seite nur einen, nach den drei letztgenannten unverästigt in eine markhaltige Faser übergehenden Fortsatz aus, nach Stilling aber mehrere, sofort in der Körnerschicht sich reich verästelnde, die nach Gerlach sich mit den Körnern verbinden. Hadlich dagegen theilt die Verbindung mit den Körnern den feinsten Ausläufern der grossen, in die reingraue Schicht verlaufenden, feinverzweigten Fortsätze zu, deren letzte Ausläufer, nach einer schon früher von

Obersteiner bemerkten Umbeugung, nahe der Oberfläche der Kleinhirnrinde rückläufig werden, und in ein mit den Körnern zusammenhängendes Netzwerk gelangen. Er führt schon im Groben als Wahrscheinlichkeitsgrund dafür an, dass auf der Höhe der Windungsblättchen die dichteste Aneinanderreihung der Purkinje'schen Zellen mit der grössten Breite der Körnerschicht, und wieder um die Windungsfurchen herum die spärlichste Verbreitung der erstern mit der grössten Schmalheit der letzteren zusammentreffe. Nach Obersteiner entfalten die Purkinje'schen Zellen ihre reiche, hirschgeweihähnliche Verästelung nur in einer und derselben Ebene, so dass jede derselben nicht einen Fibrillenkegel, sondern gleichsam die Rippung eines Blattes entwickelt, wodurch der blättrige Bau des Kleinhirnmarkes auch noch in der Rindenstructur zum Ausdruck käme. Endlich finden Obersteiner und Hadlich, dass das auffallende, transversale Auseinanderfahren der grossen, primären Fortsätze Purkinje'scher Zellen, vermöge dessen sie sich der Rindenoberfläche parallel erstrecken, im Gegensatz zu den gleichen Fortsätzen anderer, die sofort radiär gegen die Oberfläche zu wachsen, ein Verästelungstypus sei, der nur in dem die Windungsfurchen umkleidenden Rindenabschnitte vorkommt.

Die grossen Zellen scheinen mir von einer aus hyaliner Substanz bestehenden, nicht eng anliegenden Hülle umgeben, welche sich bis über die Abgangsstelle der grossen Fortsätze erstreckt. Obersteiner sieht sie als ein die Zelle lose einhüllendes Netz von Stützgewebsfasern an.

Die innerste Schichte, von Purkinje schon gekannt, von Gerlach einer aufmerksamen Würdigung unterzogen, besitzt die höchste Aehnlichkeit mit den im Riechlappen vorfindlichen Körnerschichten. Ihre Elemente erscheinen wegen eines ausserordentlich zarten, zerstörbaren Protoplasmas meist als winzige nackte Körner (6 μ gross), denen eine dreifache Deutung gegeben wurde. Gerlach und Kölliker glaubten in ihnen eine Anhäufung von Elementen der Bindesubstanz zu sehen, welche Gerlach dennoch von den nach innen gewendeten Fortsätzen der grossen Nervenzellen eingeschlossen sein liess. Henle und Merkel erblicken in ihnen Lymphkörperchen. Stilling fasst sie als kleinste multipolare Nervenkörper auf, die sich reticulär mit einander verknüpfen. Ihr oft genug deutlich ausgeprägtes, in mehrere nicht rasch sich verästigende Fortsätze auswachsendes Protoplasma (Fig. 235*e*) ist im Kleinhirn des Neugebornen (wo es mir College Fries aus Vernek demonstrirte) scharf begränzt und von einer hyalinen Klarheit, durch welche diese Elemente sehr an die innern Körner der Retina gemahnen.

Das Mark des Kleinhirns ist in den Markleisten der Windungen reich an kernartigen Elementen, welche zum Theil noch Emissäre der Körnerschichte sein werden. Ein wesentlicher Antheil derselben ist aber als Bindesubstanzelemente aufzufassen, worüber ich durch die pag. 706 berührten, sich auch im Kleinhirnmark wiederholenden pathologischen Veränderungen gewiss geworden bin.

Nach Stilling sollten die Fasern des Kleinhirnmarkes im Widerspruche

zu den Bedingungen für die isolirte Leitung durchwegs netzförmig miteinander verbunden sein. Diese von keinem andern Beobachter constatirte Verlaufsweise kann doch nur durch die Confundirung eines bindewebigen Reticulums mit den Nervenelementen vorgespiegelt werden, unter jener Trübung des Bildes, mit welcher die Residua des veränderten Markes in nicht aufgehellten Schnittpräparaten die elementäre Anordnung überdecken. STILLING bereitet sich selbst einen wesentlichen Einwand, indem er trotz der vorausgesetzten allseitigen Verknüpfung die reine blätterige Trennung des Kleinhirnmarkes bei dessen Abfaserung hervorhebt.

2. Die von VIEUSSENS entdeckten gezahnten Kerne (nuclei dentati) bilden, der untern markigen, über der Rautengrube liegenden Kleinhirnoberfläche nahe, graue, beim Menschen kraus gefaltete Blätter von 0.3 Mm. Dicke, deren Markfüllung durch einen nach innen und unten gewendeten Hilus hereintritt. Sie zeigen in ihrer feinen Kräuselung beim Menschen die auffallendste Aehnlichkeit mit den untern Oliven, welchen auch ihre 30 μ langen und 12 μ dicken Elemente gleichen. Ich unterscheide im Menschen an ihnen noch die gezackten Nebenkerne, welche weniger umfangreich, aber aus einem dickern, 0,6 Mm. messenden, grauen Blatte geformt, etwas nach unten und vorne von den erstern liegen, deren Elemente sie gleichfalls (durch ein Caliber von 45 μ Länge und 15 μ Dicke) übertreffen. Ihre Schlängelung ist weniger fein und dicht, als die der erstern, und die Continuität der Curve wird mehrfach durch starke, sie durchsetzende Markbündel unterbrochen. Bei den Säugethieren (schon bei Affen Fig. 255 *DD*) entbehrt der Nucleus dentatus die feine Ausprägung, die zierliche Schlängelung des menschlichen, er wird zu einer durch überwiegende Bindesubstanz aufgeblähten, einfach gekrümmten grauen Masse.

3. Die von STILLING entdeckten Dachkerne sind zwei im menschlichen Kleinhirn unter dem Centralläppchen des Oberwurmes gelegene, durch sorgfältige Ausschälung in ihren Verbindungen blosszulegende, convexe, von oben gesehen rhombische Massen von ungefähr 5 Mm Länge und Breite bei einer Höhe von 2 Mm. Sie sind durch eine schmale mediale Markschicht von einander getrennt und von viel Mark durchsetzt. Ihre grossen, mit starken Fortsätzen versehenen schlanken Nervenzellen, von 60 μ Länge, 15 μ Dicke und darüber, stimmen mit dem Caliber im äussern Acusticuskerne überein (Fig. 255 *T*).

Die Kenntniss des Markverlaufes im Kleinhirn ist noch ein sehr dürftiges und rohes Fragment. STILLING's im grossen Massstab angelegtes, in dem eingehendsten Detail sich ergehendes Werk, ist noch nicht über die Beschreibung des Zungelchens und des Centralläppchens hinaus gediehen. Zweifellos muss man im Kleinhirn Marksysteme, die in diesem Centrum entspringen und endigen, als Fibrae propriae den Armen desselben gegenüberstellen, die als Ausläufer zu bestimmten Theilen des [illegible] gelangen.

1. Fibrae propriae. [illegible] an Schnittpräparaten STILLING's haben die allgemeinen Fibrae [illegible] guirlandenförmig

längs der Innenfläche der Rinde von Windung zu Windung ziehende (in zarte Blätter geordnete) Bündel bemerkt. Ferner schildert STILLING noch weiter ausgreifende Systeme von besonderen Fibrae propriae, welche entferntere Strecken der Kleinhirnrinde miteinander verknüpfen. Seine Beschreibung erstreckt sich auf die nahe der Mittellinie verlaufenden, paarigen Bündel dieses Systemes. Er nennt sie Medianbündel. Eine vordere Abtheilung derselben verläuft von den vordersten Theilen des Oberwurmes auf dem kürzesten Wege unterhalb des Dachkerns paarig zu den Läppchen des unteren Wurmes, vom Züngelchen zum Knötchen. Eine andere Abtheilung, ein stärkeres paariges Medianbündel schliesst das erstere concentrisch ein, und verläuft in einem, zuerst gegen den Oberwurm convex nach oben, dann aber nach hinten gekrümmten Bogen abermals von den vordersten Windungen des Oberwurmes an bis zu den entlegensten (nämlich wieder vordersten) Windungen des Unterwurmes. Ausserdem findet sich im Kleinhirn auch eine vielfach entwickelte Masse von queren Commissurenbündeln, welche, die Mittellinie überschreitend, wohl wie das Balkensystem im grossen Gehirne identische paarige Bezirke der Kleinhirnrinde mit einander verbinden werden.

2. Die Arme des Kleinhirns. Von den Armen des Kleinhirns nehmen der Brückenarm und jedenfalls ein grosser Theil des Strickkörpers dort einen einfachen Verlauf. Die Kreuzungsstellen ihrer Bündel liegen, wie beschrieben, ausserhalb des Kleinhirnes. In der Kleinhirnmasse selbst bleiben sie bis zum Eindringen in die Rinde auf der Seite ihres Eintritts, wobei sie allerdings, sofern sie auch in die mediansten Partien eindringen, nach einwärts gerichtete Wege beschreiben, die geeignet sind, ein Hinstreben zu einer Kreuzungsstelle täuschend vorzuspiegeln.

Die Lagerung der fortgesetzten Arme des Kleinhirnes zu einander ist bedingt von der Lagerung der grauen Substanzen, mit welchen sie sich im kleinen Gehirn zu verbinden haben. Brückenarm und Strickkörper verbinden sich einzig mit der Rinde, der Bindearm aber zuvor mit dem gezahnten Kerne, und die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles mit dem Dachkerne des kleinen Gehirnes. Weil nun die Rinde das äusserste Grau ist, der gezahnte Kern aber in einer mittleren Breite des Marklagers zwischen ihr und dem am meisten nach innen gelegenen Dachkern liegt, so lagern sich diese Arme im Kleinhirnmark derart, dass Brückenarm und Strickkörper die äussersten, der Bindearm die mittlere, die genannte innere Abtheilung dagegen die innerste Masse seines Lagers sind (Fig. 255 *Br*, *St*, *B*, *H'*).

Unmittelbar bedeckt wird übrigens der Nucleus dentatus von einer glatt ausschälbaren Lage des Strickkörpers, die sich in die Kerben seiner Oberfläche mit einbettet, vielleicht auch mit den Nervenkörpern in Verbindung tritt.

Der innerhalb der Haube des Hirnschenkels schon gekreuzte Bindearm schlägt, gleich den äussern Armen im Kleinhirn einen directen Weg ein und

einer centripetalleitenden Faser und durch sein wie motorische Zellen gestaltetes verästigtes Ende mit mehreren centrifugalleitenden Fasern verbunden. Der Umstand, dass der weniger mächtige (faserärmere) Strickkörper in den Hinterstrang des Rückenmarkes übergeht, der weit mächtigere (faserreichere) Brückenarm aber mit dem bezüglich seines Ursprunges aus Linsenkern und geschwänztem Kerne motorischen Hirnschenkelfuss verbunden ist, lässt im Allgemeinen die Massenverhältnisse dieser Kleinhirnarme den Zahlenverhältnissen jener beiden Formen der Fortsätze parallel erscheinen. und erhöht die Berechtigung, in jeder Purkinje'schen Zelle einen die Umbeugung zweier Bahnen von verschiedener Bedeutung vermittelnden Knotenpunkt zu erblicken.

6. Die Formation des Ueberganges in das Rückenmark.

In der Formation der vorderen und hinteren Abtheilung der Oblongata war die Duplicität des Hirnstammes noch ausgeprägt, wie sie schon in der Scheidung der Hauptgruppen von Grosshirnganglien sich vorbereitet hatte und in Fuss und Haube des Hirnschenkels zum Durchbruch gelangt war.

Der Hirnschenkelorganisation hatte sich aber ausserdem noch ein Anwuchs hinzugesellt, der Kleinhirnschenkel, durch dessen Entbündelungen in das Innere des verlängerten Markes einerseits der wesentliche Antheil des Bogenbündelsystemes, andererseits eingeschaltete graue Masse in compacter Form als Oliven, und in zerstreuten Formen in die Stammorganisation eingeführt wurden.

Der wesentlichste Unterschied der sich in diesem Abschnitt gestaltenden Rückenmarksorganisation von der Oblongata besteht nun in vier Punkten 1. Während die Oblongata aus einer Fortsetzung der vorderen und hinteren Bahn des Hirnschenkels besteht, und während 2. in dem Kleinhirnschenkel noch ein Anwuchs, eine dritte Bahn hinzugelangt ist, bildet der Rückenmarksquerschnitt einen symmetrischen, in sich ganz gleichartigen und zusammenhängenden Markmantel, an welchem die dreifache Ursprungsbeziehung der Oblongata, so wie die Duplicität des Hirnschenkels gänzlich verwischt ist. 3. Während in der oberen Hälfte der Oblongata das centrale Höhlengrau in der breiten Entfaltung der Rautengrube sich repräsentirt und die motorischen und sensorischen Ursprungsmassen wesentlich in einem Nebeneinander als innere und äussere entwickelt sind, findet sich im Rückenmark die Organisation um eine geschlossene enge Höhle, den Centralkanal geordnet, und in Beziehung auf denselben sind die motorischen und sensorischen grauen Ursprungsmassen in einem Hintereinander als vordere und hintere zu einander gelagert. 4. Bildet das so gestaltete Höhlengrau im Gegensatz zu den vielgestaltigen und mehrfachen grauen Substanzen der Oblongata die einzige und einheitliche Gangliensubstanz des Rückenmarkes.

Diese Unterschiede werden durch zwei morphologische Hauptvorgänge beseitigt, nämlich durch die den Abschluss des Centralcanals bewirkende Bildung der Hinterstränge, die in die obere Hälfte der Oblongata fällt und durch die Pyramidenkreuzung, welche deren unterer Hälfte angehört.

1. Der Abschluss des Centralcanals. Indem unterhalb der grössten Breite der Rautengrube (Fig. 257) die Bündel des Strickkörpers (*MFC*), der äussern Abtheilung des Kleinhirnstieles, fortwährend sich in Fibrae arcuatae entbündeln, die nach Durchsetzung der Oliven (pag. 766 ff.) auf der entgegengesetzten Seite nach innen vom Strickkörper in Form der zarten und Keilstränge (als Hinterstrang) wieder erscheinen, so muss ersichtlich der Strickkörper durch Uebergang seiner Bündel in den entgegengesetzten Hinterstrang fortwährend an Masse abnehmen, die nach innen angränzende Markmasse des Hinterstranges jedoch in demselben Maasse wachsen. Wird aber an einem gegebenen Areal von einer Seite immer weggenommen, und auf der anderen Seite entsprechend zugelegt, so muss dieses Areal nach der Richtung des Zuwachses wandern. Der in seiner äusseren Abtheilung abnehmende, in seiner innern wachsende Querschnitt des Kleinhirnschenkels muss somit gegen die Mittellinie rücken. Dabei muss er die unmittelbar an seine innere Abtheilung gränzende äussere Colonne, die sensorische Abtheilung des grauen Bodens, welche zu oberst als Acusticuskern, weiter unten aber als Vaguskern erscheint, vor sich her nach innen drängen. Dadurch wird sich die Rautengrube fortwährend vertiefen, wobei weiterhin eine Lagerung dieser früher nach aussen vom Hypoglossuskern (Fig. 257) gelegenen grauen Massen hinter dem Hypoglossuskern (Fig. 258) Platz greifen wird, und, immer mehr nach einwärts gedrängt, werden endlich zuerst die Innenflächen der jetzt hinteren Colonnen der grauen Substanz und darauf die Innenflächen der immer mächtiger nach innen zu angewachsenen Hinterstränge zur Berührung kommen. Diese Berührung der paarigen grauen Substanz gedeiht bis zur Verschmelzung, unter dem Abschluss des Centralkanals. Zwischen den beiden Hintersträngen aber gestaltet sich die Hinterspalte der Oblongata. Es hat also nach dieser Richtung eine Annäherung an die Form des Rückenmarkes stattgefunden (Fig. 258 *C*). Diese Annäherung erscheint aber weit bedeutender, wenn man zugleich berücksichtigt, dass die Form des grauen Rückenmarkskernes in der Oblongata, abgesehen von der gegenseitigen Lagerung seiner Massen, schon fertig vorgebildet liegt. Die medialen, von der Bewegung der weit von ihnen abgelegenen Markmassen des Kleinhirnschenkels unberührten Hypoglossuskerne setzen sich unverrückt in die innern Theile der Vorderhörner des Rückenmarkes fort. Unterhalb des Verschwindens der innern Nebenolive sind es nicht mehr Hypoglossuswurzeln, sondern vordere Wurzeln des ersten Halsnervenpaares, welche diese Masse aussendet (STILLING). Der Processus lateralis des Vorderhornes ist gleichfalls schon (als die vordere Ursprungssäule des seitlichen Wurzelsystemes) in der

Oblongata vorhanden. Er findet aber bei den nach unten zu abnehmenden Durchmessern des Hirnstammes nicht mehr Raum zu einer vom Vorderhorn so entfernten selbständigen Lagerung und verschmilzt mit ihm in der Höhe der untern Accessoriuswurzeln.

Dagegen findet sich das Hinterhorn in der Oblongata bereits als ein zusammenhängendes Ganze eingeschlossen. Es besteht im Rückenmark aus dem Kopfe, dem wesentlich aus durchziehenden hintern Nervenwurzeln gebildeten Halse und der dreieckigen mit dem übrigen Rückenmarkskern verschmolzenen Basis, die Goll treffend das Halsdreieck des Hinterhorns nennt. Der Vaguskern, die vordere äussere Ecke der grauen Substanz, entspricht eben diesem Halsdreieck. Berücksichtigt man nun, dass der Kopf des Hinterhorns in der Oblongata als jene gelatinöse Substanz schon vorhanden ist, die einen Einschluss der aufsteigenden Quintuswurzeln bildet, dass diese weiterhin von den Vaguswurzeln durchsetzt werden, welche in die Spitze des ihnen entgegenwachsenden Dreiecks (Vaguskern) sich einsenken, so stellen die Vaguswurzeln zwischen dem genannten Kopf des Hinterhorns und der letzteren Masse als dessen Basis den Hals des Hinterhorns dar. Nur ist dieses vollständige Hinterhorn der Oblongata nach vorn und aussen gewendet, statt, wie das des Rückenmarkes, nach hinten und aussen.

Wenn nun der mit seinem Kern verwachsene Vagus die Drehung des Kernes nach einwärts mitmacht, so muss die gelatinöse Substanz (G) nach hinten rücken und die ganze Formation des Hinterhornes wird sich allgemach quer stellen, wie dies im Gebiete der untern Oblongatenhälfte die an die Stelle des Vagus getretenen hinteren Wurzeln vor Augen führen (Fig. 261 links). Es wird nun nur von der zwischen beiden Hinterhörnern gelegenen Breite der Hinterstränge abhängen, ob die im Kreise des Oblongatenquerschnitts sich bewegenden Radien der Hinterhörner die im Rückenmark vorhandene Annäherung an den durch die Hinterspalte gegebenen dritten Radius ausführen können. Weil nun (Figg. 258, 260, 261) die obere grosse Breite der Hinterstränge nicht von der Masse ihrer Bündel, sondern von dem Vorhandensein der zu den Kernen des zarten und Keilstranges gruppirten grauen Massen abhängt, so erlangt das Hinterhorn seine am Rückenmark bleibende Lage mit dem Entfallen dieser Massen aus den Hintersträngen, die ihnen nur bis zur Vollendung ihres Ursprungs durch den Zuzug aus den Pyramiden eingelagert bleiben.

Zugleich aber mit dem Unterschied in der Gestalt des centralen Höhlengrau, der zwischen Oblongata und Rückenmark herrschte, ist auch mit der Erschöpfung des Strickkörpers der Kleinhirnschenkel beseitigt, er ist in die Formation des Hinterstranges übergegangen und weil mit dem Abschluss dieses Vorganges die ihn vermittelnde Formation der Fibrae arcuatae verschwindet, so verschwinden auch die mit letzterer zusammenhängenden, der Oblongata eigenen Olivenkerne und die zer-

streuten Formationen von Nervenkörpern. Die Bildung des Hinterstranges bedingte aber den Schluss des Centralcanales, so dass sich beide Vorgänge gar nicht gesondert betrachten lassen.



Fig. 260. **Durchsichtiger Querabschnitt aus der untern Hälfte der menschlichen Oblongata, in der Höhe der obern Pyramidenkreuzung.** *C* Centralcanal. *P* innere und mittlere Bündel des Pyramidenquerschnittes. *P'* äussere Bündel des Pyramidenquerschnittes. *G* Gelatinöse Substanz im Tuber cinereum Rolando. *H* Hinterstrang. *Ca* Kern des Keilstranges. *Gr* Kern des zarten Stranges. *Oi* innere Nebenolive. *XII* Hypoglossuswurzeln. *D* Kreuzungsstelle von äussern Bündeln des Pyramidenquerschnittes, welche in *H* der Umgebung des Centralcanals ausbeugen und in die Funiculi graciles und cuneati gelangen. *A A* Fibrae arcuatae, die mit der Hinterstranggegend, nicht aber mit den Pyramiden zusammenhängen. *V* der Vorderstrang.

So tritt nach dem Schluss des Centralcanals eine Formation des Oblongatenquerschnittes auf, die an ihrem Umfang die folgenden Segmente der Organisation verfolgen lässt (Fig. 260).

1. Die neben der Mittellinie gelegenen noch in voller Masse bestehenden Pyramiden (*P*) als Fortsetzung des Hirnschenkelfusses; 2. die Aussenfläche der hinteren Bahn des Stammes, der Fortsetzung der Haube des Hirnschenkels, die bestimmt ist, direct in den Vorderseitenstrang des Rückenmarks überzugehen (von *Oi* bis *G*). Dahinter erstreckt sich in dreifacher Gestaltung der Hinterstrang. An den Vorderseitenstrang der hinteren Abtheilung der Oblongata angrenzend, bläht sich 3. das Tuberculum cinereum Rolando's als der seine markige Umgebung durchschimmernde graue Kopf des Hinterhornes hervor, der in dieser Form hier seine collossalste Entwickelung findet. Theils in seinem Inneren und theils ihn umgebend, lässt er die Querschnitte noch tiefer entspringender Bündel der aufsteigenden Quintuswurzel erkennen.

4. Nach hinten vom ROLANDO'schen Höcker ist der dreieckige Kern des Keilstranges, und 5. nach innen von dem, neben der Hinterspalte, der keulenförmige Kern des zarten Stranges im Hinterstrang eingeschlossen, welche Bildungen (Fig. 258) sich gleich dem Tuberculum cinereum aussen plastisch markiren.

2. Die Pyramidenkreuzungen. Noch bestand innerhalb dieser Formation durch das Vorhandensein der Pyramiden die Duplicität des Hirnstammes, doch schickt sich die Organisation in zweien Anläufen zu ihrer Beseitigung an.

Zunächst gedeiht der Ursprung des Rückenmarkhinterstranges zur Vollendung, indem die äussersten Bündel der Pyramide (Fig. 260 P^1) in lichten, feinen Zügen hinter den mittleren und inneren Pyramidenbündeln nach einwärts treten, die Raphe erreichen (D), in welcher sie sich durchkreuzen und als eine Art hinterster und unterster Formation von Fibrae arcuatae die nächste Umgebung des Centralcanales umbiegen, um in den Hinterstrang des Rückenmarkes überzugehen. Dies ist die obere, feinbündelige, sensorische Pyramidenkreuzung, und es haben eine Betheiligung des Hinterstranges an der Kreuzung der Pyramiden schon CLARKE, LUYS und DEITERS erkannt.

Ueber den Ursprung der hier fortgesetzten äussersten Bündel des Hirnschenkelfusses in bestimmten Theilen der Grosshirnlappen wurde pag. 7? gesprochen. Auch DEITERS führt an, dass die Hirnschenkelbündel ohne Lageveränderung sich in die Pyramide fortsetzen, daher man die äussersten Pyramidenbündel mit den äussersten Bündeln des Hirnschenkelfusses für identisch halten muss.

Die äusseren Bündel der Pyramide werden aber durch jene Kreuzung, was wohl selbstverständlich ist, nicht allein in den Hinterstrang des Rückenmarks übergehen, sondern auch mit dem in den Kreuzungsebenen entspringenden Antheile der hinteren Wurzeln des ersten Halsnervenpaares in Verbindung treten, um sie von der gekreuzten Vertretung in den Pyramiden nicht auszuschliessen.

In den besprochenen Querschnittsebenen sind die Curven der Pyramidenhinterstrangsbündel noch von dem untersten Reste solcher Fibrae arcuatae umgeben (Fig. 260 A A), die dem oben geschilderten Kleinhirnursprunge des Hinterstranges angehören, und unterscheiden sich von ihnen durch die hintere Lagerung, den Zusammenhang mit der breiten Kreuzungsstelle (D), das stärkere Caliber und den Umstand, dass zwischen ihnen und den Querschnitten der hinteren Oblongatenabtheilung keine graue Substanz vorkommt. Dieses Nebeneinander zeigt, dass zwischen dem Durchflechtungsgebiete der Oblongata durch das Kleinhirn und ihrer untern Uebergangsformation nur eine ideale Gränze besteht.

Die gänzliche Aufhebung der Duplicität im Verlaufe des Hirnstammes erfolgt unmittelbar abwärts von der oberen Pyramidenkreuzung, sie fällt in das Ursprungsgebiet des ersten und zweiten Halsnervenpaares in Form der untern, grobbündeligen, der motorischen Pyramidenkreuzung.

Ihr gehört die grösste Masse des Pyramidenquerschnittes an, welche sich anschickt, durch breite Kreuzungsbündel (Fig. 261 *D*) über die Mittellinie zu treten und in den Seitenstrang der entgegengesetzten Seite überzugehen. Dieser Uebergang der Pyramide in den Seitenstrang geschieht, wie Clarke und Lenhossek es beschrieben, ohne Unterbrechung der Bündel in grauer Substanz. Die Bündel des Seitenstranges, die eben erst in querer Verlaufsrichtung aus der Pyramidenkreuzung hervortreten, durchflechten die feinen Querschnittareale anderer bereits in der Längsrichtung nach abwärts ziehender Bündel des Seitenstranges als **Formatio reticularis**, die erst in den obersten Gebieten des Halsrückenmarkes abklingt (Stilling, Clarke, Deiters).



Fig. 261. **Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Oblongata in der Höhe der untern Pyramidenkreuzung.** *C* Centralcanal. *P* die in Auflösung begriffene Pyramide. *VL* der Vorderstrang und der Seitenstrang. *D* die Pyramidenkreuzung. *Cn* das Vorderhorn der grauen Substanz. *G* der Kopf des Hinterhornes (Tuberculum cinereum), welches nach hinten noch in einen Kern des Keilstranges ausladet. *H* der Hinterstrang. *XI* (weiss) unterer Wurzelfaden des Nervus accessorius. *XI* (schwarz links im Vorderhorn) Durchschnitte umbeugender Accessoriuswurzeln.

Diese Formatio reticularis schliesst allerdings in tiefer gelegenen Schnittebenen zahlreiche grosse Nervenkörper in sich ein, welche aber, wie Stilling, Lenhossek u. Clarke richtig erkannten, nur Ursprungszellen des Nervus accessorius sind. Eine derartige Ansammlung grauer Masse aber, um zu der plötzlichen Endigung einer so mächtigen Bildung, wie der untern Pyramidenkreuzungsbündel zulänglich zu sein, was Deiters angenommen hat, enthält die Formatio reticularis beim Menschen augenscheinlich nicht. Zwar ist Deiters einzuräumen, dass die Pyramidenkreuzung von Säugethieren, auf welche er sich, als für seine Auffassung schlagendere Bilder gebend, beruft, allerdings den Anschein von Zulänglichkeit der grauen Substanz in der Netzformation für die Unterbrechung der gesammten Pyramidenfasern weit mehr hervorrufen, als beim Menschen. Aber gerade der Umstand, dass die Säugethiere bei so sehr schwächern Pyramiden in ihrer Oblongata mehr graue Substanz erkennen lassen, als neben den starken menschlichen Pyramiden vorhanden ist, weist darauf hin, dass beide Bildungen nicht von einander abhängen. Vielmehr ist es auch an diesem Fundort die massenhafte Entwicklung

der grauen Bindesubstanz, durch welche das Säugethierhirn vom menschlichen sich unterscheidet, die ein der Ansicht von Deiters günstigeres Bild in der Oblongata des Kalbes und der Katze hervorruft.

Der Abstand im Kaliber der weit feineren Pyramidenfasern gegenüber den Markdurchschnitten des Rückenmarkseitenstranges, zu Liebe dessen Deiters eine Unterbrechung durch Nervenkörper fordert, muss also doch innerhalb der Continuität der Fasern sich gestalten. Clarke und Lenhossek glauben die Ansicht Burdachs rechtfertigen zu können, dass die Pyramiden, ausser gekreuzt in die Seitenstränge, auch noch direct in eine bestimmte Partie der Rückenmarksvorderstränge sich fortsetzen (Burdachs Grundbündel der Pyramiden), während Stilling und Deiters einen derartigen Uebergang der Pyramiden nicht wahrnahmen.

So wie in der sensorischen Pyramidenkreuzung die in gleicher Höhe entspringenden hinteren Nervenwurzeln vertreten waren, so hebt Clarke hervor, dass auch aus der untern Pyramidenkreuzung hervorgehende Bündel in das Vorderhorn der grauen Substanz zur Repräsentation der in denselben Schnittebenen entspringenden vordern Nervenwurzeln gelangen. Mit dem Uebergang des untersten Pyramidenkreuzungsbündels in den Seitenstrang ist im Bau des Projectionssystems und in der Anordnung seiner grauen Substanz der Rückenmarkstypus erreicht.

Indem die Bündel des Seitenstranges an der Kreuzung in der vordern Commissur des Rückenmarkes nicht betheiligt sind, erleiden sie zwischen ihrem Pyramidenverlaufe und dem Uebergang in vordere Wurzeln keine Rückkreuzung, und eignen sich in verständlicher Weise zur Weiterleitung des gekreuzt wirkenden Einflusses der Grosshirnlappen auf die Musculatur.

Uebersicht der angeführten literarischen Quellen.

Gesammthirn.

R. F. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirnes. Leipzig 1822. II. Band. — F. Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1852. II. Band. — Leuret et Gratiolet, Anatomie comparee du système nerveux. Paris 1839 — 1857. — Foville, Traité complet de l'Anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cerebro-spinal. Paris 1844. 1ère partie. — Luys, Recherches sur le système nerveux cerebro-spinal. Paris 1865. — A. Kölliker, Mikroskopische Anatomie. II. Band. 1. Hälfte. Leipzig 1850. — Reichert, Der Bau des menschlichen Gehirnes, erlautert an Durchschnitten. Leipzig 1859—1861. — L. Hirschfeld et J. B. Leveille, Nevrologie, ou desciption et iconographie du système nerveux et des organes des sens de l'homme. Paris 1853. — Huschke, Schadel,

1) Am Schlusse vorliegender Darstellung des Gehirnbaues erscheint es mir als angenehme Pflicht, die verstandnissvolle artistische Mitarbeiterschaft des Herrn Dr. Carl Heitzmann und des Malers Herrn Adolf Gohbe in Wien dankend zu erwähnen, von welchen jener die Figg. 230—237, ferner 239. 240, 243 bis 246 und 250 dieser die noch zahlreicheren ubrigen Figuren sorgsam nach der Natur auf Holz gezeichnet hat.

Hirn und Seele. Jena 1854. — MEYNERT, Das Gesammtgewicht und die Theilgewichte des Gehirnes etc. nach einer neuen Wägungsmethode. Vierteljahrschrift für Psychiatrie von LEIDESDORF und MEYNERT. — MEYNERT, Ueber Unterschiede im Gehirnbau des Menschen und der Säugethiere. Mittheilungen der Wiener anthropologischen Gesellschaft 1870, No. 4. — Anatomie der Hirnrinde und ihrer Verbindungsbahnen mit den empfindenden Oberflächen und den bewegenden Massen, in M. LEIDESDORFS Lehrbuch der psychischen Krankheiten, Erlangen 1865. — O. DEITERS, Untersuchungen über Gehirn und Mark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865. — Sulle origini e sull' andamento di varii fasci nervosi del cervello. Di G. INZANI e di A. LEMOIGNE. Parma 1861. — JACUBOWITSCH, Mittheilungen über den feineren Bau von Gehirn und Mark. Breslau 1857.

Grosshirnlappen.

TH. BISCHOFF, Die Grosshirnwindungen des Menschen mit Berücksichtigung ihrer Entwickelung bei dem Foetus und ihrer Anordnung bei den Affen. München 1868. — R. BERLIN, Beiträge zur Structurlehre der Grosshirnwindungen. Erlangen 1858. — J. KUPFFER, De cornu Ammonis structura. Dorpat 1859 — L. CLARKE, Proceedings of the Royal Society. London 1863. — STEPHANY, Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirnes. Dorpat 1860. — MEYNERT, Der Bau der Grosshirnrinde und ihre örtlichen Verschiedenheiten 1868. Viertelj. für Psychiatrie von LEIDESDORF und MEYNERT. Ferner: Wiener medicin. Jahrbucher 1869. — BESSER, Zur Histogenese der nerv. Elementartheile. VIRCH. Arch. XXXVI. Band. — BESSER, Eine Anastomose zwischen centralen Ganglienzellen. VIRCH. Archiv. XXXVI. Bd. — R. ARNDT, Studien über die Architectonik der Grosshirnrinde. M. SCHULTZE's Archiv. III., IV. u. V. Band. — KOSCHEWNIKOFF Axencylinderfortsatz d. Nervenz. a. d. Grosshirnrinde. SCHULTZE's Arch. V. Band. — H. OBERSTEINER, Ueber einige Lymphräume im Gehirne. Sitzungsber. der k. Acad. d. Wissensch. Wien 1870. — ROTH, Zur Frage von der Bindesubstanz in der Grosshirnrinde. VIRCH. Arch. XVIII. — CLARKE, Ueber den feinern Bau des Bulb. olfactorius. Zeitschr f. wissensch. Zoologie XI. — G. WALTER, Ueber den feinern Bau des Bulb. olfact. VIRCH. Arch. XXII. — M. SCHULTZE, Abhandl. der naturw. Gesellsch. in Halle 1862. Band VII. — G. OWSJANNIKOW, Ueber die feinere Structur der Lobi olfact. der Säugethiere. MÜLLER's Archiv 1860. — F. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a. M. 1857. Vom Geruchsorgan der Thiere, pag. 215. — MEYNERT, Beiträge zur Kenntniss der centralen Projection der Sinnesoberflächen. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1869. A. v. BIESIADECKI, Ueber das Chiasma nervorum optic. des Menschen und der Thiere. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. in Wien. XLII. Band.

Kleinhirn.

PURKINJE, Bericht uber die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag 1837, pag. 180. — GERLACH, Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858. — BERGMANN, Notiz über ein Structurverhältniss des Cerebellum etc. Zeitschr. f. ration. Med. Band VIII. — H. HESS, De cerebelli gyrorum text. disquis. Dorpat 1858. — F. E. SCHULZE, Ueber den feinern Bau der Rinde des kleinen Gehirnes. Rostock 1863. — B. STILLING, Untersuchungen über den Bau des kleinen Gehirnes des Menschen. Cassel 1865 und 1867. — J. HENLE und F. MERKEL, Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystemes. Zeitschr. f. ration. Medic. 1869. — H. OBERSTEINER, Untersuchungen über die Rinde des kleinen Gehirnes. Sitzungsber. der k. Acad. d. Wissensch. Wien 1870. — HADLICH, Mittheilung über den Bau der menschlichen Kleinhirnrinde. Arch. f. Psychiatrie. Berlin 1870. — KOSCHEWNIKOFF. Der Axencylinderfortsatz der Nervenzellen im Kleinhirn des Kalbes. SCHULZES Arch. V. Band.

Grosshirnganglien.

J. WAGNER, Ueber den Ursprung der menschlichen Sehnervenfasern im Gehirn. Dorpat 1863. — MEYNERT, Ein Fall von Sprachstörung, anatomisch begründet. Medic. Jahrbücher,

Wien 1866. — MEYNERT, Beiträge zur Kenntniss der centralen Projection der Sinnesoberflächen. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1869. — JUNG, Ueber das Gewölbe im menschlichen Gehirn. Basel 1845.

Hirnschenkel.

MEYNERT, Studien über die Bedeutung des zweifachen Rückenmarkursprunges aus dem Grosshirn. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1869. — GUDDEN, Ueber einen bisher nicht beschriebenen Nervenfaserstrang im Gehirne des Menschen und der Säugethiere. Arch. f. Psychiatrie. Berlin 1870. — MEYNERT, Die Medianebene des Hirnstammes als ein Theil der Leitungsbahn zwischen der Gehirnrinde und den motorischen Nervenwurzeln. Wiener allgem. med. Zeitung 1865 und 1866.

Brücke.

B. STILLING, Ueber den Bau des Hirnknotens oder der Varoli'schen Brücke. Jena 1846 — SCHRODER V. D. KOLK, Bau und Functionen der Medulla spinalis und Oblongata. Aus dem Holländischen von THEILE. Braunschweig 1859. — MEYNERT, Studien über die Bestandtheile des Vierhügels, soweit sie in den nächst unterhalb gelegenen Querschnitten der Brücke gegeben sind. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XVII. Band. — L. CLARKE. Researches on the intimate structure of the brain. Second series. Phil. transact. London 1868. — O. DEITERS, Untersuchungen über Gehirn und Mark des Menschen und der Säugethiere.

Oblongata.

B. STILLING, Ueber die Textur der Medulla oblongata. Erlangen 1842. — L. CLARKE. Researches on the intimate structure of the brain. Phil. transact. London 1858 und Researches on the intimate structure of the brain. Second series. Phil. transact. London 1868. — LENHOSSEK, Neue Untersuchungen über den Bau des centralen Nervensystemes. Denkschr. d k. Acad. d. Wissensch. Wien 1855. — SCHRÖDER V. D. KOLK, Bau und Functionen der Med. spin. und oblongata. — O. DEITERS, Untersuchungen über Gehirn und Mark des Menschen und der Säugethiere. — J. GERLACH, Ueber die Kreuzungsverhältnisse in dem centralen Verlaufe des Nervus hypoglossus. Zeitschr. f. rat. Medic. XXXV. Bd. — J. ENGEL, Ueber die Oberflächen des Gehirnes. Wiener med. Wochenschr. 1865. p. 1097. — J. DEAN, The gray substance of the medulla oblongata and trapezium. Washington 1864. (Mit Photographien).

Capitel XXXII.

Das sympathische Nervensystem.

Von

Dr. Sigmund Mayer.

In reicher Verbreitung im thierischen Körper, vorzugsweise in denjenigen Organen, an welche die Functionen des generativen und vegetativen Lebens geknüpft sind, und in der als sympathischer Grenzstrang bezeichneten Organisation präsentirt sich das sogenannte sympathische oder vegetative Nervensystem. Die einheitliche und regelmässige Gliederung, welche sich im Hirn-Rückenmarksystem findet, kommt dem sympathischen Nervensysteme in geringerem Grade zu; nur die Grenzstränge des Sympathicus mit den in regelmässiger Folge in ihm eingelagerten Ganglien bilden einen regelmässigen Typus. Im Uebrigen sind die Zellen und Fasern des Sympathicus mehr oder weniger regellos im Körper verbreitet und für gewöhnlich nur den vegetativen und generativen Organcomplexen zugetheilt. Während die Zellen des Cerebrospinalorganes auf dem Wege der Hirn- und Rückenmarksnerven sowohl die aus quergestreiften als aus glatten Muskelfasern bestehenden Organe zu beeinflussen vermögen, sind bis jetzt bei Säugethieren Beziehungen von sympathischen Nervenzellen zu quergestreiften Muskelfasern nur am Herzen aufgefunden worden.

Man hat in früherer Zeit vielfach darüber gestritten, ob das sympathische Nervensystem als ein selbständiges oder als ein im Wesentlichen vom Hirn-Rückenmarksysteme abhängiges aufzufassen sei. Man hat aber eingesehen, dass ein solcher Streit eigentlich gegenstandslos ist. Im Hinblick auf den notorischen Faseraustausch, der zwischen Sympathicus und Cerebrospinalorgan stattfindet, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass zwischen beiden nervösen Organen die innigsten Beziehungen existiren. Hirn-Rückenmark und sympathisches Nervensystem kann man füglich als eine funktionell zusammengehörige Organisation auffassen; nur dass im Hirn-Rückenmarkssysteme die Nervenzellen in grossen Haufen beisammen liegen, und die Verbindungen

zwischen den einzelnen Gliedern des Organs durch Fasern vermittelt werden, welche aus dem Territorium des Centralorganes nicht heraustreten und den Charakter der centralen Faser bewahren. Im Sympathicus dagegen sind die Zellen mehr auseinander gezerrt, und es erscheint die Verbindung zwischen Zellen des Sympathicus unter einander und mit Zellen des Cerebro-spinalorganes durch periphere Nervenfasern hergestellt. Während im Hirn-Rückenmarkssysteme das Princip der Centralisation der Elemente vertreten ist, spricht sich im sympathischen Systeme mehr das der Decentralisation aus.

Wie Hirn- und Rückenmark aus Zellen und Fasern aufgebaut sind, so ist es auch der Sympathicus, und hier wie dort nehmen die Fasern aus den Zellen ihren Ursprung.

Es sollen die beiden elementaren Bestandtheile des sympathischen Nervensystems, insofern sie gewisse Eigenthümlichkeiten darbieten, einer näheren Betrachtung unterzogen werden, indem wir betreffs der allgemeinsten Charaktere der Elementarbestandtheile des Nervensystems auf das III. Capitel dieses Handbuches verweisen.

Die Ganglienzellen des Sympathicus sind theils in grösseren Gruppen zu sogenannten Ganglien oder Nervenknoten vereint, theils liegen sie vereinzelt im Verlaufe von Nervenstämmchen eingeschaltet, oder in den Organen zerstreut.

Die Nervenknoten oder sympathischen Ganglien besitzen eine bindegewebige Hülle, welche Fortsätze zwischen die einzelnen Zellen sendet und so gleichsam Kapseln für die einzelnen Zellen herstellt. Das Bindegewebe bildet somit ein Fächerwerk, in welches die Nervenzellen eingetragen sind; zu gleicher Zeit ist es der Träger der Blutgefässe. Jedes Ganglion besitzt einen zutretenden und einen abgehenden Nerven, deren Fasern innerhalb des Ganglions eine verschiedene Verlaufsrichtung besitzen; ein Theil zieht von der Peripherie nach dem cerebro-spinalen Centrum, ein anderer Theil auf umgekehrtem Wege, ohne dass man bis jetzt wesentliche Merkmale kennt, welche die eine Gattung von Fasern von der anderen mit Sicherheit unterscheiden liesse. Die Nervenzellen sind in ein Gewühl von Fasern eingebettet, so dass ein Einblick in den Modus der Verbindung zwischen Nervenzellen und Nervenfasern nur aus einem eingehenden Studium gewonnen werden kann. Oft finden sich Zellen in dem Verlauf kleiner Nervenstämmchen eingestreut, und sie liegen dann entweder in der Mitte derselben oder am Rande.

Die sympathische Nervenzelle zeigt im Wesentlichen die Charaktere der Nervenzelle, wie sie im Capitel III dieses Handbuches bereits geschildert worden sind, und sie besitzt nur wenige Eigenthümlichkeiten, welche sie in eindringlicher Weise von der centralen Zelle des Cerebro-Spinalorganes scheiden lässt. Ebenso wie an verschiedenen Localitäten von Hirn und Rückenmark die Nervenzellen verschieden sich präsentiren in Bezug auf Form, Grösse, Zahl der Fortsätze, Configuration und Anzahl der Kerne u. s. w., so zeigen auch die sympathischen Zellen nicht allerwärts die gleiche Physiognomie.

Form: Die gewöhnlichsten Gestalten der sympathischen Nervenzellen sind die ovalen, runden, birnförmigen oder spindelförmigen. Aus dem Ganglion coeliacum hat BIDDER Zellen beschrieben, welche geradlinige Begränzung zeigen und wie Quadern in Längsreihen angeordnet sind.

Derartige Formationen habe ich auch sehr häufig im Sympathicus des Frosches zu Gesichte bekommen.

Grösse: In einer Gruppe von Ganglienzellen, die in Einem Ganglion zusammenliegen, findet man für gewöhnlich ausserordentliche Differenzen in ihrer Grösse, der Art, dass eine Zelle eine neben ihr liegende bis um das 4fache in ihren Dimensionen übertrifft. Man hat früher ohne Grund angenommen, dass die sympathischen Nervenzellen durchgängig kleiner seien, als die centralen; man kann sich aber leicht von der Unrichtigkeit dieser Ansicht überzeugen, indem es leicht gelingt, aus den sympathischen Ganglien Zellen vom grössten Caliber zu isoliren. Was die Consistenz der Zellen betrifft, so scheint dieselbe eine festweiche zu sein; nach Veränderungen der Form in Folge äusserer Einwirkungen nehmen sie sofort auf Nachlassen der letzteren ihre frühere Gestalt wieder an, was dazu berechtiget, ihnen Elasticität zuzuschreiben.

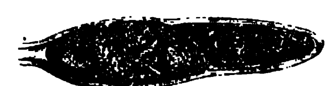


Fig. 262. Drei quaderförmig aneinander gereihte Zellen.

An der sympathischen Nervenzelle lassen sich mit unseren jetzigen Hilfsmitteln eine Hülle, eine eigentliche Zellsubstanz, ein Kern und Kernkörperchen unterscheiden. Die Hülle oder Kapsel der Ganglienzelle ist nicht als Zellenmembran aufzufassen, sie ist vielmehr ein Analogon der Nervenscheide; sie besteht aus Bindegewebe, in welches öfters Kerne sich eingestreut finden. Auf das Verhältniss dieser Ganglienzellenhüllen zu der Bindegewebshülle des Ganglions ist bereits oben hingewiesen worden. An der inneren Fläche dieser Hüllen oder Kapseln hat FRÄNTZEL an den sympathischen Zellen verschiedener Thiere und des Menschen ein einschichtiges, polygonales Plattenepithel nachgewiesen. Zuweilen zeigt die bindegewebige Hülle eine concentrische Schichtung ebenfalls mit eingestreuten Kernen.

BEALE und REMAK fassten diese allen wesentlichen Eigenschaften nach aus Bindegewebe bestehende Umhüllung als aus Nervenfasern bestehend auf. J. ARNOLD hat die Ansicht zu begründen versucht, dass an der sympathischen Nervenzelle des Frosches eine doppelte Umhüllung zu demonstriren sei, die eine stamme von dem Perineurium des Nervenstammes, die andere von dem Neurilemma der zutretenden Nervenfaser. Bei der Präparation sieht man sehr häufig die Zellen vollständig nackt, ohne jegliche Spur einer bindegewebigen Umhüllung.

Was die Substanz des Nervenkörpers betrifft, so besteht dieselbe aus einer homogenen Grundmasse, in welche feine Körnchen reichlich eingestreut sind. Die Fibrillärstructur, welche MAX SCHULTZE den Ganglienzellen zugeschrieben hat, konnten ARNOLD und BIDDER nicht deutlich beobachten.

In der Zellsubstanz sieht man gar nicht selten feine Fäden in ziemlicher Anzahl verlaufen, welche vom Kern und Kernkörperchen ausstrahlen. Diese Fäden, von deren Existenz ich mich mit Arnold und Anderen hinlänglich überzeugt habe, sollen nach Arnold und Courvoisier Netze bilden; das Vorkommen dieses Netzes als aus Fäden, die in der Substanz der Nervenzelle verlaufen, bestehend, ist mehrfach angefochten worden. Kölliker glaubt nur an die Existenz eines Netzes an der Oberfläche der Zelle, welches nur der Scheide angehören soll. Ebenso wie Arnold aber habe ich beobachtet, dass diese Fäden auch an Zellen vorkommen, welche aus ihren Hüllen isolirt sind. Sander schreibt das Entstehen von Fasernetzen auf Zerklüftungen der Zellsubsanz — eine Ansicht, welche offenbar ihren Ursprung aus dem Studium sehr misshandelter Nervenzellen genommen hat. Fräntzel glaubt, dass das Bild eines Fasernetzes entstehen könne durch die Grenzen der an der Innenfläche der Hülle gelegenen polygonalen Endothelzellen.

In den sympathischen Nervenzellen, besonders ausgebildet beim Menschen, findet sich Pigment von gelber oder rostbrauner Farbe. Was die Anordnung dieses gewöhnlich körnigen Pigmentes betrifft, so ist dasselbe entweder durch die ganze Substanz der Zelle zerstreut, oder nur an einer Stelle angehäuft. Die mikrochemischen Eigenschaften dieses Pigmentes sind nicht näher untersucht.

Der Kern der sympathischen Zelle ist gross, gegen die Substanz der Zelle selbst scharf abgegrenzt, wie sich besonders schön an Chlorgoldpräparaten demonstriren lässt, indem der Kern sich licht gegen die violett gefärbte Substanz der Zelle abhebt. Von einigen Seiten wird dem Kerne eine besondere Membran zugeschrieben, die man besonders aus dem nach Behandlung mit Reagentien oft sehr deutlich auftretenden Doppelcontour erschlossen hat. J. Arnold bestreitet die Existenz einer besonderen Kernmembran, und ich konnte so wenig als er aus meinen zahlreichen Beobachtungen an sympathischen Zellen und insbesondere an isolirten Kernen die feste Ueberzeugung von dem Vorhandensein einer besonderen Kernmembran gewinnen. Die Substanz des Kernes ist nicht homogen, es lassen sich feine Fäden in demselben beobachten, die aus dem Kernkörperchen entspringen.

Remak hat schon vor längerer Zeit die Angabe gemacht, die neuerdings Guye, Schwalbe und A. bestätigt haben, dass im Sympathicus des Kaninchens und des Meerschweinchens die Mehrzahl der Zellen doppelte Kerne besitzt; eine Beobachtung, von deren Richtigkeit man sich durch die einfachste Präparation an einem sympathischen Ganglion vom Kaninchen überzeugen kann. Auch an sympathischen Nervenkörpern des Hundes, der Katze, des Menschen und des Frosches habe ich die Duplicität des Kernes mehrfach beobachtet. Bidder beschreibt an den doppelkernigen Zellen



Fig. 263. Zellen mit zwei Kernen, eine vom Kaninchen, die andere vom Frosche.

des Sympathicus vom Kaninchen eine durch einen feinen Faden hergestellte Communication zwischen den beiden Kernen. Diese Beobachtung von Bidder kann ich nach meinen eigenen Untersuchungen vollständig bestätigen. An Kernen, die aus der Zellsubstanz isolirt waren, habe ich diese füglich als »Kerncommunicationsfäden« zu bezeichnenden, feinen Fasern ebenfalls dargestellt, so dass an eine Verwechselung mit Faltenbildung der Scheide, Gerinnungen in der Substanz des Nervenkörpers u. s. w. nicht zu denken ist.

Die Lage des Kernes ist eine sehr verschiedene, sowohl in Bezug auf die Stelle, welche er in der Grundsubstanz einnimmt, als auch hinsichtlich des Verhältnisses des einen Kernes zu dem anderen in denjenigen Fällen, in welchen zwei Kerne vorhanden sind. Einmal ist der Kern der Oberfläche des Nervenkörpers nahegerückt, zuweilen über sie hinausragend, das andere Mal liegt er mitten in die Substanz der Zelle eingebettet. Noch grösser ist die Mannigfaltigkeit in der Lagerung der doppelten Kerne; sie liegen entweder ganz oder nahezu in derselben Ebene, oder in verschiedenen Ebenen neben einander oder über einander durch Zellsubstanz scharf von einander getrennt. Die Fälle, in denen die Kerne nahezu in derselben Ebene liegen, eignen sich besonders zur Beobachtung der oben erwähnten Kerncommunicationsfäden.

Wie die Zellen selbst, so zeigen auch die Zellenkerne nicht unbedeutende Differenzen hinsichtlich ihrer Grösse. Bei der Untersuchung von Nervenkörpern aus den Ganglien verschiedener Thiere ist dieses Verhältniss nicht zu übersehen. So findet man bei der Durchmusterung der in überaus reicher Anzahl vorkommenden Nervenzellen an den die grossen Gefässe des Unterleibes begleitenden Nervengeflechten vom Frosche einmal grosse Zellen mit nur Einem grossen Kerne, dann grosse Zellen mit Einem grossen Kerne und einer Anzahl kleiner (Polarkerne, Courvoisier); drittens grosse Zellen erfüllt mit einer Anzahl kleiner Kerne; viertens kleine Zellen, deren Hauptmasse der Kern einnimmt, während die umhüllende Zone von Zellsubstanz ganz schmal ist; fünftens Zellen, in denen eine Anzahl von kleinen Kernen von nur wenig Zellsubstanz umgeben ist. Ganz dieselben Verschiedenheiten der Formen lassen sich auch an Säugethieren — (Kaninchen, Hund, Katze) beobachten: es herrschen aber bezüglich des vorwiegenden Vorkommens individuelle Verschiedenheiten. Auf die Bedeutung der eben geschilderten Verhältnisse gedenke ich an einem anderen Orte ausführlicher zurückzukommen.

Das Kernkörperchen ist ein Gebilde, welches sich für gewöhnlich in den Nervenzellen in ausserordentlicher Schärfe präsentirt. Insbesondere an stark pigmentirten Zellen vom erwachsenen Menschen tritt es aus der trüben Substanz des Kernes und der Zelle deutlich glänzend heraus. Seine Lage im Kerne ist eine wechselnde; dieselben Verschiedenheiten greifen hier Platz, wie wir es oben bezüglich der Lage des Kernes zum Leibe des Nervenkörpers geschildert haben. Gar nicht selten kommt es doppelt oder in noch höherer Anzahl im Kerne vor, entweder in annähernd gleicher oder mehr oder weniger verschiedener Grösse. Im Kernkörperchen selbst hat man noch ein weiteres,

aber in seinem Vorkommen nicht constantes Körperchen als Nucleolus beschrieben (BEALE), dessen Existenz schon früher MAUTHNER für die Rückenmarkszelle erwähnt hat. STRZECZEWSKI schildert Bewegungen am Kernkörperchen ähnlich der Molekularbewegung, die längere Zeit fortdauerten, wenn das Präparat vor Vertrocknung geschützt wurde.

Ein wichtiges Merkmal der sympathischen, wie der centralen Nervenzelle ist die Existenz von Fortsätzen an denselben. Früher ist von vielen Forschern behauptet worden, im Sympathicus kämen in beträchtlicher Menge fortsatzlose apolare Zellen vor, während jetzt die Mehrzahl der Histologen die Existenz apolarer Zellen in Abrede stellt. Es ist sicher, dass man früher allzusehr geneigt war, aus dem Umstande, dass man bei der Beobachtung fortsatzlose Zellen häufig fand, zu folgern, die Eigenschaft der Ganglienzellen, Fortsätze zu entsenden, komme nicht allen Ganglienzellen zu. Da aber die Fortsätze in Folge der Präparationseingriffe sehr leicht abreissen und andererseits die relativ gewaltige Masse der Nervenzelle die Beobachtung einigermaassen erschwert, so dürfte allerdings die Behauptung gerechtfertigt erscheinen, dass in einer sehr grossen Anzahl von Fällen der beobachtete Mangel an Fortsätzen ein künstlich hervorgerufener gewesen sei.

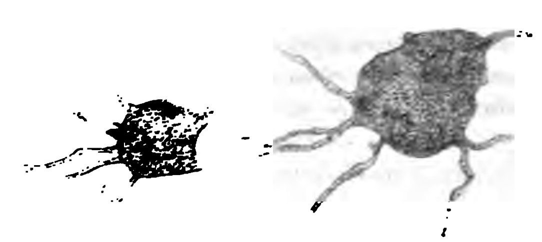


Fig. 264. Zwei multipolare Zellen, eine vom Kind, eine vom Erwachsenen.

Mit KÖLLIKER muss ich aber nichtsdestoweniger aufrecht halten, dass im Sympathicus Zellen vorkommen, an denen keine Spur eines Fortsatzes zu constatiren ist; ebensowenig wie Spuren einer stattgefundenen Zerreissung.

Auch die früher erwähnten, in Längsreihen angeordneten quaderförmigen Zellen spotten jeder Bemühung, Fortsätze an ihnen zu demonstriren, wie diess auch neuerdings BIDDER hervorgehoben hat. Es scheint aber, als ob diese fortsatzlosen Zellen erst in der Entwickelung begriffen wären und noch nicht functioniren.



Fig. 265. Zwei Zellen durch eine kurze Brücke verbunden.

Die Mehrzahl der sympathischen Ganglienzellen ist entschieden multipolar; die Fortsätze gehen zum Theil über in Nervenfasern, zum anderen Theile dienen sie zur Verbindung von Ganglienzellen unter einander. Im letzteren Falle sind die Fortsätze für gewöhnlich sehr kurz und es kommt die Anastomose zweier Ganglienzellen durch eine kurze Brücke, wahrscheinlich in Folge der Zertrümmerung bei der Präparation relativ selten zur Beobachtung.

Eine Trennung der Fortsätze in die von DEITERS für die centrale Ganglienzelle aufgestellten Kategorien der Axencylinderfortsätze und der verästigten

Fortsätze ist auch für die sympathische Zelle durchzuführen versucht worden. Schwalbe beschreibt einen Fall, in dem eine isolirte Zelle aus dem Sympathicus der Katze eine derartige Scheidung der Fortsätze in mehrere verästigte und in Einen Axencylinderfortsatz gezeigt habe; auch Bidder erwähnt ähnliche Beobachtungen. Aus dem Ganglion coeliacum des Kaninchens habe ich eine Zelle isolirt, welche neben mehreren verästigten Fortsätzen in grosser Deutlichkeit zwei andere Fortsätze zeigte, welche sich in geringer Distanz vom Zellkörper mit Nervenmark belegten und demgemäss als Axencylinderfortsätze aufzufassen waren. Somit scheint es, als ob die sogenannten Axencylinderfortsätze nicht ausnahmslos einfach vorhanden sind. Eine eigenthümliche Form unipolarer Zellen hat Auerbach als opposite Stellung der Zellen bezeichnet: zwei Zellen in Einer Scheide liegend und an den von einander abgekehrten Polen nach entgegengesetzten Seiten je Einen Fortsatz entsendend. Wie Schweigger-Seidel habe ich diese Form gar nicht selten an verschiedenen Orten im Sympathicus aufgefunden.

In der Lehre von den Fortsätzen der sympathischen Nervenzelle wurde ein schöner Fortschritt angebahnt durch die ungefähr zu gleicher Zeit gemachte Entdeckung von Beale und J. Arnold, dass von dem schmalen Ende der mehr oder weniger glockenförmig gestalteten Nervenzelle im Sympathicus des Frosches zwei Fortsätze entspringen. Der eine Fortsatz setzt seinen Weg in gerader Richtung fort; gerade Faser (J. Arnold), straight fibre (Beale), der andere Fortsatz windet sich in Spiraltouren um die gerade Faser herum, Spiralfaser (J. Arnold), spiral fibre (Beale). Die grade sowohl wie die Spiralfaser liegen innerhalb einer, gewöhnlich kernhaltigen Scheide, welche die directe Fortsetzung der Ganglienzellenhülle darstellt. An beiden Fasern sieht man nicht selten Kernanschwellungen, wie sie an marklosen Nervenfasern schon zum öfteren beschrieben worden sind. Nach mehr oder weniger langem gemeinschaftlichen Verlaufe trennen sich beide Fasern um nach entgegengesetzten Richtungen weiterzuziehen. Beide Fortsätze sollen ihrer Wesenheit nach nervöser Natur sein, und der wichtigste Beweis für diese von Arnold und Beale vertretene Anschauung liegt darin, dass es diesen Forschern gelungen ist, den Uebergang beider Fortsätze in notorische dunkelrandige Fasern zu beobachten.

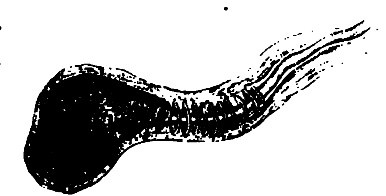


Fig. 266. Spiralfaser.

Das Verhältniss der Spiralfaser zur geraden Faser unterliegt grossen Schwankungen, sowohl in Bezug auf ihre Dicke als auch bezüglich der Anzahl der Touren, in welchen die Spiralfaser um die gerade Faser herum gelegt ist. Gewöhnlich übertrifft die gerade Faser an Dicke die Spiralfaser; doch kommen auch Fälle zur Beobachtung, in denen dieses Verhältniss nicht ausgesprochen, oder gar umgekehrt ist. Die Spiralfaser ist öfters in mehrfacher Anzahl vorhanden, dann aber gewöhnlich von geringerem Durchmesser, als wenn nur

eine einzige existirt. Die Anzahl der Windungen ist ebenfalls sehr verschieden; zuweilen ist der spiralige Typus gar nicht ausgedrückt und beide Fasern liegen im geraden Verlaufe neben einander; in anderen Fällen liegt die Spiralfaser wie ein Korkzieher um die gerade Faser herumgewunden. Jüngeren Zellen soll nach BEALE die Spiralfaser überhaupt abgehen; die Anzahl der Windungen der Spiralfaser soll desto grösser sein, je älter die Zelle ist. Bei meinen auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die allerdings sehr häufig existirende Spiralfaser durchaus nicht allen sympathischen Zellen des Frosches gleichmässig zukömmt. In diesem Betreff kommen bei verschiedenen Individuen grosse Verschiedenheiten vor, von denen es sehr wahrscheinlich ist, dass sie im Zusammenhang stehen mit verschiedenen Entwickelungsstadien, welche die Nervenzellen durchlaufen.

Im Wesentlichen theilen die Ansichten von ARNOLD und BEALE über die Natur der beiden von der sympathischen Zelle des Frosches entspringenden Fortsätze ARNSTEIN und KOLLMANN, COURVOISIER, GUYE und BIDDER, indem sie ebenfalls die Spiralfaser als eine nervöse Bildung gelten lassen; SCHWALBE ist geneigt, zweierlei Arten von Spiralfasern anzunehmen, erstens solche von nervöser Natur, die aus der Substanz der Ganglienzelle entspringen und nur wenige oder gar keine Spiraltouren um die gerade Faser machen, und zweitens solche, die als Verdickungen der Scheide aufzufassen sind und sich aus einem Fasernetze am Grunde der Zelle entwickeln. KRAUSE betrachtet die Spiralfaser als unwesentliche Bildungen von nicht nervöser Natur und glaubt, dass dieselbe entweder elastische Faser darstelle oder ihre Bildung auf Faltungen des Neurilemms zurückzuführen sei. Dieselbe Auffassung hat SANDER vertreten, indem er die Entstehung der Spiralfaser zurückführt auf Risse und Falten der inneren Scheide der geraden Faser. Die Verfolgung der Spiralfaser in eine dunkelrandige Nervenfaser ist den genannten Forschern ebensowenig wie KÖLLIKER gelungen.

Die Spiralfaser, deren Existenz zuerst an den sympathischen Zellen des Frosches dargethan wurde, soll nach COURVOISIER auch den höheren Wirbelthieren zukommen; nur sei bei letzteren der Typus der spiraligen Umwindung der geraden Faser mehr verwischt und der Verlauf der beiden von dem einen Pole der Zelle ausgehenden Fortsätze ein mehr oder weniger paralleler.

Seit der Entdeckung der Spiralfaser ist in der Nomenclatur eine Unklarheit entstanden, daher rührend, dass einige Autoren (ARNOLD, GUYE) diejenigen Zellen, welche von einem Pole zwei differente Fortsätze entsenden, unipolare nennen, andere hingegen (BEALE, KOLLMANN und ARNSTEIN) bipolare; COURVOISIER schlägt vor, die Stelle, wo die gerade Faser und die Spiralfaser abgehen, einen Holopol, Zwillingspol oder Pol schlechtweg zu nennen; jede einzelne Zelle hätte dann zum Ursprung einen Hemipol. Zellen mit zwei an derselben Stelle entspringenden Fasern will COURVOISIER Geminipol genannt wissen.

Was die Ursprungsstätte der Fortsätze betrifft, so sind mit Rücksicht auf diesen Punkt die Histologen in zwei Lager getheilt, wie diess schon in

Kapitel III auseinander gesetzt worden ist. Während die einen den Ursprung der Fasern in den Kern und das Kernkörperchen der Zelle verlegen, wie abgesehen von älteren Autoren, ARNOLD, FRÄNTZEL, ARNSTEIN und KOLLMANN, zum Theil auch BIDDER, leugnen andere, wie KÖLLIKER, SCHWALBE, jegliche enge Beziehung der Fortsätze zu Kern und Kernkörperchen; COURVOISIER giebt an, er habe die gerade Faser wohl am Kerne, aber nicht im Kerne oder im Kernkörperchen enden gesehen.

An der überaus grossen Anzahl von Zellen, die ich, mit Rücksicht auf diesen Punkt untersucht habe, insbesondere an Zellen aus dem Sympathicus von Säugethieren, habe ich immer die Fortsätze aus der Zellsubstanz selbst ihren Ursprung nehmen sehen dergestalt, dass die Zellsubstanz sich direct in den Fortsatz gleichsam auszog, und es ist mir niemals ein Zusammenhang der Zellfortsätze mit Kern oder Kernkörperchen zu Gesichte gekommen. Zuweilen sieht man, wie auch SCHWALBE angegeben hat, den Fortsatz an seiner Einsenkungsstelle in die Zelle pinselförmig auseinander fahren. Ich habe aber die weitere Ueberzeugung gewonnen, dass sehr häufig von den Zellen neben den Fortsätzen von relativ starkem Caliber, die ihren Ursprung aus der Zellsubstanz selbst nehmen, noch ein zweites System von sehr feinen Fäden ausgeht, welche ihren Ursprung im Kern und Kernkörperchen haben. Es sind diese feinen Fortsätze nichts Anderes, als — die schon früher erwähnten Kern- und Kernkörperchenfäden. Sie gehen zum Theil in die Bahn der groben Fortsätze ein, theils verfolgen sie ihren eigenen Weg; es gelingt aber sehr selten, diesen feinen Gebilden nach ihrem Heraustritt aus der Zellsubstanz noch auf längere Strecken zu folgen. Einmal habe ich beobachtet, wie ein feiner Fortsatz der beschriebenen Art sich in den Axencylinder einer markhaltigen Faser einsenkte; einer ähnlichen Beobachtung hat auch BEALE Erwähnung gethan. Den Ursprung der geraden Faser vom Kernkörperchen, der hie und da zur Beobachtung kommt, kann man sicherlich nicht als die Regel bezeichnen; in Fig. 267 ist eine Zelle aus dem Sympathicus des Frosches abgebildet, in welcher der gerade Fortsatz, an dem sich bei sehr starker Vergrösserung eine fibrilläre Structur constatiren liess, mitten durch die Zellsubstanz bis in den Kern vordringt; dort angekommen, liess sich seine Endigungsweise nicht genauer feststellen. Ich zweifle aber nicht daran, dass unter günstigeren Bedingungen sich in der That in einzelnen Fällen der Nachweis des Zusammenhanges der geraden Faser mit dem Kernkörperchen führen lässt.

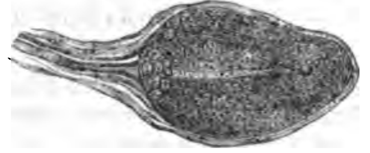


Fig. 267. Fortsatz bis zum Kern.

Auch über die Ursprungsstätte der Spiralfaser ist bis jetzt eine Uebereinstimmung der Meinungen noch nicht erzielt worden. ARNOLD hat angegeben, die Spiralfaser entwickle sich aus einem Netze, welches die Kernkörperchenfäden in der Substanz der Zelle bilden; BEALE lässt die Spiralfaser von dem mehr oberflächlichen Abschnitte der Zellsubstanz, wo auch gewöhnlich

einige accessorische Kerne liegen, ausgehen. Der Ansicht Arnolds hat sich Courvoisier anfangs vollständig, in einer zweiten Publication aber mit einiger Reserve angeschlossen. Derselbe beschreibt ausserdem noch Verbindungsfäden von dem Kernkörperchenfadennetz zu benachbarten Ganglienzellen, die er Commissurenfasern nennt. Arnstein und Kollmann beobachteten zwar Fäden, die aus der Tiefe der Zellsubstanz gegen den Stiel der Zelle zusammentraten, aus deren netzförmiger Verknüpfung die Spiralfaser ihren Ursprung nimmt; den Zusammenhang dieses Netzes mit den Kernkörperchenfäden aber konnten sie nicht constatiren. Auch Bidder konnte sich von dem Uebergange des von ihm aufrecht erhaltenen Fasernetzes in die Spiralfaser nicht überzeugen.

Was die physiologische Bedeutung dieser beiden Fortsätze betrifft, so existiren darüber nur Vermuthungen. Die Frage, welche der beiden Fasern als zutretende (vom Cerebro-spinalorgan entspringende) und welche als abtretende (nach der Peripherie sich wendende) aufzufassen sei, hat Arnold dahin beantwortet, dass er vermuthet, die gerade Faser sei die zutretende, die Spiralfaser aber die abtretende. Arnstein und Kollmann haben sich in ähnlichem Sinne ausgesprochen. Nach Versuchen von Courvoisier, in denen er nach der Durchschneidung der Rami communicantes die Degenerationsvorgänge studirte, entarten zuerst die geraden Fasern, sodann die Zellen und zuletzt die Spiralfasern. Diese Resultate sprechen ebenfalls für die Arnold'sche Auffassung. Da hingegen erklärt Bidder, ebenfalls gestützt auf Durchschneidungsversuche am N. vagus des Frosches, die Spiralfaser für die zutretende, die gerade Faser für die abtretende.

Ueber fortwährende im heranwachsenden und erwachsenen Individuum vor sich gehende Entwicklungs- und Rückentwicklungsvorgänge hat Beale eine Reihe von Angaben gemacht. Seine wichtigsten Argumente stützen sich auf die gleichzeitige Anwesenheit von Zellen der verschiedensten Grösse, Configuration, Zahl und Natur der Fortsätze u. s. w. im Sympathicus desselben Individuums. Beale nimmt drei Modalitäten der Entwickelung von Nervenzellen an.

Erstens sollen Zellen entstehen aus einer feingranulirten, körnigen Masse, ähnlich der, aus welcher die embryonalen Gewebe aufgebaut sind, mit welcher Nervenfasern in Verbindung stehen. Zweitens sollen neue Zellen durch Theilung einer Nervenzelle und drittens Zellen aus den Kernen von Nervenfasern entstehen. Die Beobachtungen und Ausführungen von Beale haben in Deutschland wenig Beachtung gefunden. Sander verhält sich den Beale'schen Angaben gegenüber absprechend, aber, soweit meine Erfahrungen über diesen Gegenstand reichen, nicht mit Recht. Die von Beale beschriebenen verschiedenen Formen von Ganglienzellen, welche verschiedenen Entwicklungsstadien zu entsprechen scheinen, lassen sich beim Frosche, allerdings nicht in allen Individuen gleich häufig, beobachten. Auch in den Ganglien der von mir untersuchten Säugethiere finden sich Momente genug, die auf rege Entwick-

lungsvorgänge in denselben hindeuten, so die ausserordentlich variirende Grösse der Nervenkörper und der Kerne, das Vorkommen diffuser, feinkörniger Massen mit zahlreichen, eingestreuten, glänzenden Körpern, die reihenweise angeordneten fortsatzlosen Zellen u. s. w. Ueber diese Punkte gedenke ich mich demnächst an einem anderen Orte ausführlicher zu verbreiten. Beim Frosche ziehen bei der Untersuchung des Sympathicus vorzugsweise die Aufmerksamkeit auf sich die Anhäufungen kleiner, aus Kern und wenig Substanz bestehender Körper, welche von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt sind. Diese Zellennester liegen dann wieder in wechselnder Anzahl beisammen, wiederum von einer gemeinsamen, bindegewebigen, öfters kernhaltigen Kapsel umhüllt. Sie stehen mit Nervenstämmchen in Verbindung. Die eben beschriebenen Bildungen finden sich in sehr wechselnder Anzahl bei verschiedenen Individuen.



Fig. 268. Zellennest.

Die Fasern des Sympathicus stammen zum Theil aus dem Cerebrospinalorgan, theils entspringen sie aus den sympathischen Nervenzellen. In den Rami communicantes verlaufen sowohl Fasern vom Rückenmark und den Spinalganglien nach dem Sympathicus, als auch umgekehrt. Letztere Fasern mögen dann entweder im Rückenmark ihren Weg weiter nach dem Centrum fortsetzen oder in der Bahn der Rückenmarksnerven sich nach der Körperperipherie hinbegeben. Nach Courvoisier verbreiten sich bei den von ihm untersuchten Thieren (Taube, Kaninchen, Frosch) die Rami communicantes im Gränzstrange gleichmässig nach oben und nach unten, im Spinalnerven aber etwa zu $^1/_3$ central-, zu $^2/_3$ peripheriewärts. Die vom Cerebrospinalorgan herkommenden Fasern setzen nicht etwa nur durch die sympathischen Ganglien hindurch, sondern sie treten jedenfalls auch in Continuität mit den Zellen derselben, wie erst neuerdings wieder Courvoisier durch Versuche mit Durchschneidung der Rami communicantes und Untersuchung der consecutiven Degenerationsvorgänge gezeigt hat. Bei Durchschneidung der Rami communicantes degenerirt der sympathische Stumpf dem grösseren Theile seiner Fasern nach, ebenso nehmen die Zellen in einer eigenthümlichen von Courvoisier beschriebenen Art an dem Degenerationsprocesse Antheil. Der spinale Stumpf entartet nur zum geringen Theil. Nach Courvoisier ist die Entartung in den Fasern des sympathischen Stumpfes der Rami communicantes eine primäre und tertiäre, d. h. letztere erst von der Zelle aus auf die von der Zelle abgehende Faser übertragen. Was die Natur der Fasern des Sympathicus betrifft, so hat man die Ansicht jetzt aufgegeben, dass das sympathische Nervensystem charakterisirt sei durch das Auftreten von markhaltigen Fasern von viel feinerem Caliber, als sie im Cerebrospinalorgan vorkommen. Im Sympathicus kommen allerdings sehr verbreitet vor feine und mitteldicke, dunkelrandige Fasern, sowie die verschiedenen Formen markloser Fasern. Bezüglich der Charakteristik dieser Gebilde wird auf das dritte Capitel dieses

Handbuches verwiesen. Die von COURVOISIER geschilderten sog. Uebergangsfasern, die abwechselnd ihre Markscheide abzulegen und wieder aufzunehmen scheinen, habe ich im Sympathicus vom Frosche nicht selten gesehen. Ob diese Fasern als Kunstproducte aufzufassen, wie einige Autoren wollen, kann nur durch weitere Untersuchungen entschieden werden.

Was die Verbreitungsweise des sympathischen Nervensystems betrifft, so werden die gröberen Verhältnisse, Verlauf des Grenzstranges, Zahl der Ganglien u. s. w. in den Handbüchern der systematischen Anatomie geschildert. Beginnend mit den trefflichen Untersuchungen von REMAK und BIDDER hat man sympathische Ganglienzellen in reicher Anzahl in fast allen Organen des vegetativen und generativen Lebens aufgefunden.

Im Circulationsapparate beherbergt das Herz Ganglienzellen (REMAK, BIDDER, vergl. auch Cap. VII dieses Handbuchs), ebenso die Gefässe (BEALE, LEHMANN), und die Lymphdrüsen (SCHAFFNER); in der Steissdrüse, welche nach den neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand, als dem Gefässsysteme adjungirt angesehen wird, hat LUSCHKA Ganglienzellen beschrieben, die aber von anderen Forschern nicht constatirt werden konnten. Im Verdauungstracte finden sich in seinem ganzen Verlaufe vom Schlunde abwärts Ganglienzellen in der Submucosa (REMAK, MEISSNER) und im Muskelstratum (AUERBACH). In der Schleimhaut des Magens über der Muscularis mucosa hat ganz in jüngster Zeit TRÜTSCHEL eine Schicht grosser multipolarer Zellen beschrieben. Sie sollen mit einander durch Ausläufer verbunden und nervöser Natur sein. In den dem Verdauungsapparate zugetheilten Speicheldrüsen (Mund- und Bauchspeicheldrüsen) hat man in reicher Anzahl Ganglienzellen aufgefunden (KRAUSE, SCHLÜTER); in den Ausführungsgängen der Leber und des Pancreas sind Ganglienzellen von MANZ beschrieben worden.

Im Respirationsapparate finden sich Nervenkörper in der Lunge und im Gewebe des Kehlkopfs und der Trachea. Der Urogenitalapparat beherbergt Ganglienzellen in der Harnblase und im Ureter, im Hoden (LETZERICH) an der Prostata und im Verlauf der Schwellkörper (LOVEN), dem Vas deferens, im Uterus und in der Scheide. Ganglienzellen sind unter den sog. Drüsen ohne Ausführungsgänge in den Nebennieren vorgefunden und von FLEISCHL in einem als Thymus aufgefassten Organe vom Frosche neuerdings beschrieben worden.

Die Sinnesorgane weisen in der dem Sehapparate adjungirten Thränendrüse und in dem Ciliarmuskel (H. MÜLLER) Nervenkörper auf; in der aus quergestreiften Fasern bestehenden Iris muscularis des Huhnes hat v. HÜTTENBRENNER Zellen beobachtet, die er als Nervenzellen aufzufassen geneigt ist. Die eingehendere Schilderung der in den Organen zerstreuten peripheren Ganglienzellen mag an den betr. Orten nachgesehen werden.

Neuere Literatur.

1) J. ARNOLD, Zur Histologie der Lunge, VIRCHOW's Archiv, Bd. XXVIII.
2) Derselbe, VIRCHOW's Archiv, Bd. XXXII.
3) Derselbe, Ein Beitrag zu der feineren Structur der Ganglienzellen. VIRCHOW's Archiv, Bd. LXI.
4) L. S. BEALE, On the structure of the so-called apolar, unipolar and bipolar nerve-cells of the frog, Philosophical transactions of the royal society of London for the year 1863. Vol. 153. pag. 543.
5) BIDDER, Die Endigung der Herzzweige des N. vagus beim Frosche, Archiv von REICHERT, und DU BOIS-REYMOND 1868. pag. 1—50.
6) Derselbe, Die Nervi splanchnici und das Ganglion coeliacum. Archiv von REICHERT und DU BOIS-REYMOND 1869, pag. 472—518.
7) COURVOISIER, Beobachtungen über den sympathischen Grenzstrang. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. II. 1866, pag. 13.
8) Derselbe, Ueber die Zellen der Spinalganglien sowie des Sympathicus beim Frosch, Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IV. 1868, pag 125.
9) FLEISCHL, Ueber den Bau einiger sog. Drüsen ohne Ausführungsgänge. Sitzb. der k. k. Akademie zu Wien. Jahrg. 1869. Bd. LX.
10) FRIEDLÄNDER, Ueber die nervösen Centralorgane des Froschherzens; in v. BEZOLD's Untersuchungen aus dem physiolog. Laborator. in Würzburg, Leipzig 1867.
11) FRÄNTZEL, Beitrag zur Kenntniss von der Structur der spinalen und sympathischen Ganglienzellen. VIRCHOW's Archiv, Bd. XXXVIII. pag. 549.
12) GUYE, Die Ganglienzellen des Sympathicus beim Kaninchen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1866, No. 56.
13) v. HÜTTENBRENNER, Ueber eigenthümliche Zellen in der Iris des Huhnes. Sitzb. der k. k. Akademie zu Wien, Jahrg. 1869, Bd. LX.
14) KOLLMANN und ARNSTEIN, Die Ganglienzellen des Sympathicus. Zeitschrift für Biologie. Bd. II. pag. 271.
15) KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Auflage.
16) W. KRAUSE, Zeitschrift für rationelle Pathologie 1865. Bd. XXIII.
17) J. SANDER, Die Spiralfasern im Sympathicus des Frosches. Archiv von REICHERT und DU BOIS-REYMOND, 1866, III. Heft, p. 398.
18) SCHWALBE, Ueber den Bau der Spinalganglien nebst Bemerkungen über die sympathischen Ganglienzellen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd IV.
19) SVIERCZEWSKI, Zur Physiologie des Kernes und Kernkörperchens der Nervenzellen des Sympathicus. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1869, No. 41.
20) TRÜTSCHEL, Ueber die Endigung der Nerven in der Schleimhaut des Magens. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1870, No. 8.

Auf die ältere Literatur ist in mehreren der citirten Abhandlungen und in KÖLLIKER's Handbuch hingewiesen.

Capitel XXXIII.

Die Geschmacksorgane.

Von

Th. W. Engelmann
in Utrecht.

A. Geschmacksorgane des Menschen und der Säugethiere.

Schon seit langer Zeit hat die Physiologie beim Menschen die vornehmsten Stellen bezeichnet, an welchen peripherische Endapparate von Geschmacksnerven liegen müssen: es sind die obere Fläche der Zungenwurzel (insonderheit die Papillae circumvallatae), Ränder und Spitze der Zunge, wahrscheinlich auch der vordere Theil des weichen Gaumens. Beobachtungen und Versuche haben es ferner wahrscheinlich gemacht, dass verschiedene Arten von Endapparaten existiren und dass diese nicht gleichmässig über die geschmackempfindenden Regionen verbreitet sind. Dennoch hat uns die mikroskopische Anatomie erst ganz neuerdings überhaupt mit Organen bekannt gemacht, welche wir als Endapparate der Geschmacksnerven von Säugethieren begrüssen dürfen. Unabhängig von einander entdeckten CHR. LOVÉN und G. SCHWALBE in dem geschichteten Pflasterepithel, welches die Papillae circumvallatae der Säugethierzunge bekleidet, zahlreiche mikroskopisch kleine knospenförmige Zellgruppen, die endständig auf Zweigen des N. glossopharyngeus aufsitzen, und von LOVÉN Geschmacksknospen oder Geschmackszwiebeln, von SCHWALBE Schmeckbecher genannt wurden.

Diese Organe sind nun bereits nachgewiesen beim Menschen, bei Hund, Katze, Rind, Schaf, Reh, Pferd, Schwein, Hase, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus.

Die Geschmacksknospen (Fig. 269) liegen in Lücken des Zungenschleimhautepithels, welche sie vollständig ausfüllen. Die Form der Lücken

ist im Allgemeinen die von rundbauchigen Flaschen (Kolben). Der Boden der Flasche ruht auf der Bindegewebsoberfläche der Mucosa; der dünne, meist kurze Hals der Flasche durchbohrt die Hornschicht des Epithels, und mündet an der Oberfläche mit einer kreisförmigen Oeffnung, die Geschmacksporus heissen mag. Der Längsdurchmesser der Geschmacksknospen, der stets den grössten Querdurchmesser übertrifft, beträgt beim Menschen 0,077 bis 0,081 Mm., der grösste Dickendurchmesser etwa 0,0396, die Weite des Geschmacksporus 0,0027 bis 0,0045 Mm. (Schwalbe).

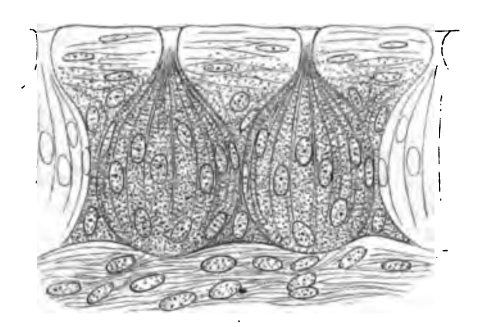


Fig. 269. Geschmacksknospen aus dem seitlichen Geschmacksorgan vom Kaninchen. 450/1.

Die Geschmacksknospen pflegen bei verschiedenen Thieren ein wenig verschiedene Form zu haben. Bei einigen (Ochs, Schwein) sind sie schlank, fast drei Mal so lang als breit, bei anderen (Kaninchen, Reh) gedrungener, nur wenig länger als breit. Die schlanksten pflegen die grössten zu sein. Die Grösse ist ebenfalls einigen Schwankungen unterworfen, und selbst bei der nämlichen Art und dem nämlichen Individuum nicht constant. Häufig kommen grössere und kleinere ziemlich regellos neben einander vor. Hier einige Zahlenbeispiele, grösstentheils nach Schwalbe:

	Hund.	Ochs.	Schwein.	Kaninchen.
Längsdurchmesser der Knospen in Mm. . .	0,072	0,172	0,055—0,130	0,045—0,070
Grösster Dickendurchmesser in Mm. . .	0,0306	0,048	0,020—0,052	0,03—0,045
Weite der Geschmacksporen in Mm. . .	0,0045	0,002—0,009	0,0027	0,003—0,0045

Die Stellen der Zungenschleimhaut, an welchen die Geschmacksknospen sitzen, sind vor Allem die seitlichen Abhänge der Papillae circumvallatae. Hier bilden dieselben, oft zu vielen Hunderten, einen breiten Gürtel um die Papille. Sie finden sich aber auch — im Allgemeinen jedoch seltner und nur in einzelnen Exemplaren — auf den Papillae fungiformes. Hase und Kaninchen besitzen ausserdem an jeder Seite der Zungenwurzel eine grosse ovale, durch etwa 10—14 tiefe, parallele Querfurchen in schmale Leistchen (Geschmacksleisten) getheilte Erhabenheit, welche Tausende von Geschmacksknospen birgt. Wenn wir von den pilzförmigen Papillen absehen, die dann und wann an ihrer freien Oberfläche Geschmacksknospen tragen, so finden wir unsere Organe immer an besonders geschützten Stellen der Zungenschleimhaut: in Furchen, in der Tiefe von Spalten. So sitzen sie auf den Papillae circumvallatae niemals im Epithel des Plateaus, sondern an den durch den Ringwall geschützten seitlichen Abhängen der Papille; ebenso

wie sie auf den seitlichen Geschmacksorganen des Kaninchens nie auf dem Rücken der Geschmacksleisten, sondern an deren seitlichen Abhängen vorkommen.

Bau der Geschmackspapillen und Geschmacksleisten. Die Papillae circumvallatae (Fig. 270), auf deren mannigfache Formunterschiede wir hier nicht eingehen, bestehen aus einem im Allgemeinen abgestutzt kegelförmigen, bindegewebigen Körper, der mit geschichtetem Pflasterepithel überzogen ist. »Der Papillenkörper ist nach oben mit einer grossen Zahl konischer oder mehr ausgezogener, mitunter gabelförmig gespaltener secundären Papillen besetzt, welche am Rande der oberen Fläche und an der Seite durch senkrechte, d. i. mit der Axe der Papille parallele, niedrige Leistchen oder Kämme, mit dazwischen liegenden rinnenförmigen Vertiefungen, ersetzt werden.« »Das Epithel füllt die Vertiefungen zwischen allen diesen Erhabenheiten vollständig aus, so dass die Oberfläche der Papille überall vollkommen glatt wird, und keine Spur der unterliegenden Unebenheiten zeigt.« (Lovén). Die Epithelschicht ist auf der oberen Fläche und den nicht durch den Ringwall geschützten Stellen des Papillenabhangs ansehnlich mächtiger als an den geschützten seitlichen Abhängen, aber auch an den ersteren Stellen noch bei Weitem dünner als auf der übrigen Oberfläche der Zunge. Auch an der äusseren, zum Ringwall gehörigen Wand des Wallgrabens ist die Epithelschicht dünner. Die Geschmacksknospen nun sitzen in dem dünnen Epithel an den Seiten der Papille, und zwar pflegen sie da eine Zone zu bilden, die vom Boden des Wallgrabens nach aufwärts bis ungefähr dahin reicht, wo die äussere Fläche der Papille nicht mehr durch den Wall geschützt ist (Schwalbe). Die Zone läuft mit dem Wall um die Papille herum. Ist der Wallgraben tief (Schaf, Schwein), so ist die Zone breit, ist er seicht (Pferd z. B.), so ist sie schmal. Beim Menschen pflegt jedoch auch bei tiefem Wall die obere Hälfte der Seitenwand der Papille von Geschmacksknospen frei zu sein (Schwalbe). Da die Geschmacksknospen in der Regel dicht beisammenstehn (am Dichtesten, nach Schwalbe, beim Menschen, wo sie sich fast berühren), ist ihre Zahl auf einer Papille sehr gross. Schwalbe berechnet dieselbe für eine Papille mittlerer Grösse vom Schaf zu 480, vom Rind zu 1760; beim Schwein, das nur zwei umwallte Papillen hat, trägt jede derselben etwa 4760. Diess würde für alle Papillen zusammen geben: beim Schaf 9600, beim Rind 35,200, beim Schwein 9520. — Bei Mensch und Hund (Schwalbe) und bei Ratten und Kaninchen (Lovén) pflegen auch an der der Papille zugekehrten Seite des Ringwalls vereinzelte Geschmacksknospen vorzukommen. Ueber das Verhalten der in die Papille tretenden Nerven zu den Geschmacksapparaten s. weiter unten.



Fig. 270. Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata vom Kalb. Zeigt die Vertheilung der Geschmacksknospen. $^{25}/_{1}$.

Die **Papillae fungiformes**, deren Form schon viele Uebergänge zu den P. circumvallatae zeigt, besitzen auch im Wesentlichen denselben Bau wie diese. Doch fehlt ihnen der Mantel von Geschmacksknospen. Dagegen entdeckte Lovén beim Kalbe an der oberen freien Fläche zwischen den secundären Papillen zerstreute Schmeckbecher. Beim Kaninchen und der Ratte fand er sie auf jeder Papilla fungiformis, auf den kleinen nur in je einem Exemplar. Schwalbe bezweifelte anfangs ihr Vorkommen auf den pilzförmigen Papillen, hat sie aber später auch ge-

funden (besonders beim Schwein). Ich habe sie gleichfalls auf Verticalschnitten bei der Maus und der Katze gesehen. Bei Mensch, Hund und Kalb sollen sie nach LOVÉN viel seltner als bei jenen Thieren auf den Fungiformes vorkommen.

Die beiden seitlichen Geschmacksorgane vom Kaninchen und Hasen, derer oben Erwähnung gethan wurde, scheinen bisher, so gross sie sind, der Aufmersamkeit entgangen zu sein.[1]) Und doch sind gerade sie Geschmacksorgane ersten Ranges. Jedes derselben besteht aus einer flachen, ovalen, von etwa 10 bis 14 parallelen Querfurchen durchzogene Erhabenheit an der Seite der Zungenwurzel Beim Kaninchen misst das Organ in der Länge (von vorn nach hinten) etwa 5 — 6, in der Breite 2,5 — 3,5 Mm. Beim Hasen ist es etwas grösser. Fig. 271 stellt ein Stück eines Verticalschnittes vor, der senkrecht zur Richtung der Furchen durch die Mitte des Organs geführt ist. Man sieht im Querschnitt vier Geschmacksleisten vollständig und zwei zur Hälfte. Die Leisten sind durch tiefe Spalten von einander getrennt, auf deren Boden hie und da acinöse Drüsen münden. Man unterscheidet an jedem Leistchen den bindegewebigen Körper, der an seiner unteren Fläche drei secundäre Leistchen trägt. Das mittlere von diesen ist breiter als die beiden seitlichen. Die bindegewebige Grundlage wird überzogen von geschichtetem Pflasterepithel, und zwar besitzt dieses auf dem Rücken jeder Leiste, wo es auch die Rinnen zwischen den secundären Leistchen vollständig ausfüllt, eine viel grössere Dicke als an den seitlichen Abhängen, welche die Furchen begrenzen. An diesen seitlichen Abhängen nun sitzen in der ganzen Länge jeder Leiste die Geschmacksknospen. Sie nehmen da einen breiten Streifen ein, der nach abwärts bis etwas unter die Mitte der Furche, nach oben bis zur Oeffnung der Spalte reicht. Die Geschmacksknospen stehen so dicht beisammen (Fig. 269 und 272), dass sie sich fast berühren. Beim Kaninchen pflegen sie in 4 Reihen übereinander zu sitzen. Jede Reihe mag in ihrer ganzen Länge etwa 80 Knospen enthalten. Für jede Geschmacksleiste würde das annähernd die Summe von 620, für die beiden Geschmacksorgane zusammen (jedes zu 12 Leistchen gerechnet) 14880 Geschmacksknospen ergeben.



Fig. 271. Querschnitt durch einige Geschmacksleisten vom seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. $^{25}/_{1}$.

Nach SCHWALBE's Angaben würden beim Schwein zwei ähnliche Organe vorkommen. Dieselben sollen jedoch nur vereinzelte Geschmacksknospen enthalten.

Wie erwähnt, liegen die Geschmacksknospen (s. Fig. 269) in flaschenförmigen Lücken des Epithels, die sie vollständig ausfüllen. Die Wände dieser flaschenförmigen Hohlräume werden mit Ausnahme des Bodens, der auf dem Bindegewebe der Schleimhaut ruht, von den Epithelzellen selbst gebildet. In der Umgebung des Bauchs der Flasche besteht das Epithel aus mannig-

1) In der Anatomie des Kaninchens von W. KRAUSE sind sie nicht erwähnt. Inzwischen sind die seitlichen Geschmacksorgane auch von HANS VON WYSS entdeckt und beschrieben worden: H. VON WYSS, Ueber ein neues Geschmacksorgan auf der Zunge des Kaninchens. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1869. No. 35. p. 548. Ausführlich im Archiv f. mikr. Anatomie 1870. Die von v. WYSS gegebene Darstellung stimmt vollständig mit der meinigen überein, welche letztere, beiläufig bemerkt, bereits im Sommer 1869 zum Druck eingesandt war.

fach gestalteten Zellen, welche die Kennzeichen der Elemente des Rete Malpighi haben: feinkörniges Protoplasma, verhältnissmässig grosser Kern, undeutliche Membran. Die innersten dieser Zellen, welche zur Wand des flaschenförmigen Raums verkittet sind, haben eine concav–convexe Form, wie Bruchstücke eines Uhrglases. Auf dem Querschnitt (Fig. 272) sind sie sichelförmig. In der Umgebung des Halses der Flasche und seiner Oeffnung, des Geschmacksporus, hat das Epithel die Eigenschaften des verhornten Plattenepithels der Mundschleimhaut: platte Form, dicke Membran, homogenen Inhalt, platten Kern. Die Hornlage ist in den Gegenden, wo Geschmacksknospen sitzen, in der Regel nur 0,01—0,02 Mm. dick und nach unten nicht scharf gegen das Malpighi'sche Stratum abgegrenzt. Der Rand des Geschmacksporus wird gewöhnlich von mehreren zusammenstossenden Zellen, zuweilen aber auch von einer einzigen Zelle gebildet, die dann an irgend einer Stelle von einem runden Loch durchbohrt wird. Der Rand des Lochs ist häufig ringförmig verdickt (Fig. 272).

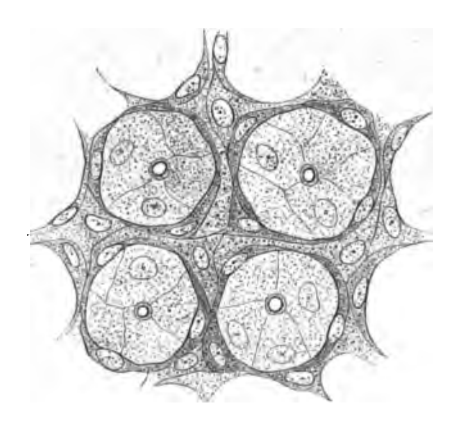


Fig. 272. Obere Hälfte des Epithelgerüstes der Geschmacksknospen. Man sieht von der Schleimhautseite her in vier Hohlräume, aus denen die Knospen ausgefallen sind. In der Tiefe eines jeden der Geschmacksporus. Aus dem seitlichen Geschmacksorgan vom Kaninchen. 450/1.

Zur Verdeutlichung mögen Fig. 269, 272 und 273 dienen, alle drei nach Präparaten von den Geschmacksleisten des Kaninchens. Fig. 269 zeigt einen senkrecht durch die Dicke des Geschmacksepithels geführten Schnitt. In den flaschenförmigen Räumen sitzen die Geschmacksknospen noch darin. Fig. 272 zeigt die obere Hälfte des Epithelgerüstes, welches die Räume für die Geschmacksknospen umschliesst, von unten her. Diese Hälfte des Epithels hat sich als eine zusammenhängende Platte bei der Präparation von der unteren Schicht abgehoben. Die Geschmacksknospen sind mit dieser letzteren auf der Schleimhaut sitzen geblieben. Man blickt in der Figur von unten her in die geöffneten leeren Höhlen und erkennt im Grunde einer jeden den scharf begrenzten, von einem verdickten Ring eingefassten Geschmacksporus. Die Ergänzung zu Fig. 272 bildet Fig. 273: sie stellt eine auf der Schleimhaut sitzen gebliebene Geschmacksknospe mit der sie noch umgebenden unteren Hälfte des Epithelgerüsts, senkrecht von oben gesehen, dar.

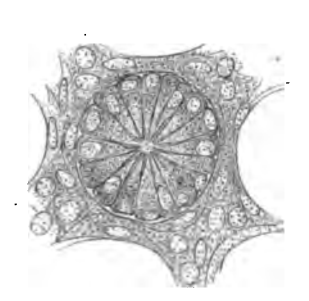


Fig. 273. Eine durch Ablösung der obern Hälfte des Epithelgerüstes blossgelegte Geschmacksknospe, senkrecht von oben gesehen. Aus dem seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. 450/1.

Die Geschmacksknospen oder Schmeckbecher (Fig. 274), welche in den eben beschriebenen Lücken sitzen, bestehen jede aus einer Anzahl —

je nach der Grösse der Knospen etwa 15 bis 30 — langer, dünner Zellen, welche ähnlich wie die Blätter einer Knospe angeordnet sind. Sie stehen dicht gedrängt in mehreren Reihen um die Axe der Knospe herum. Die äussersten, welche der Wand der Lücke überall anliegen, und dem entsprechend gekrümmt sind (mit der Concavität nach innen), decken die inneren, die, je näher der Axe eine um so geradere Form besitzen. Es scheint, dass alle Geschmacksknospen aus wenigstens zwei principiell verschiedenen Arten von Zellen zusammengesetzt sind: erstens aus Zellen, die von den gewöhnlichen Epithelzellen nicht sehr wesentlich abweichen, und mit Nerven nicht zusammenhängen, zweitens aus eigenthümlichen, höher differenzirten Gebilden, die wahrscheinlich mit Nervenfasern zusammenhängen, und als die eigentlichen Geschmackzellen aufzufassen sind. Die ersteren, welche man mit Lovén und Schwalbe Deckzellen nennen kann, pflegen in grösserer Zahl vorhanden zu sein und die äusseren Schichten der Knospe zu bilden; die zweiten liegen, wie es scheint, vorzugsweise in der Axengegend der Knospe.

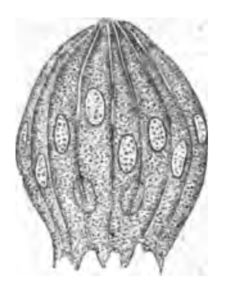


Fig. 274. Isolirte Geschmacksknospe aus dem seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. 600/1.

Die Deckzellen (Fig. 275) sind lange, ziemlich schmale, im Allgemeinen etwa spindelförmige Gebilde, die in der Mitte ihrer Länge, zuweilen auch mehr nach einem der Enden zu, einen ellipsoidischen, bläschenförmigen Kern einschliessen. Sie bestehen aus hellem, fast körnerlosem Protoplasma und haben, wie es scheint, keine Membran. Nach dem Geschmacksporus zu spitzen sie sich allmählich scharf und fein zu; nach unten verschmälern sie sich entweder nur wenig und erreichen dann noch ziemlich breit die Bindegewebsoberfläche der Schleimhaut, auf der sie fest haften, oder sie verjüngen sich allmählich und gehen, zuweilen ziemlich plötzlich in einen oder mehrere, manchmal noch gespaltene Ausläufer über, welche häufig die Oberfläche der Schleimhaut nicht einmal erreichen.

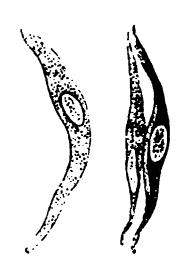


Fig. 275. Isolirte Deckzellen aus den Geschmacksknospen des Kaninchens. 600/1.

Schwalbe fand bei Präparaten vom Schaf, die mit Ueberosmiumsäure behandelt waren, an der Spitze der Knospe einen Kranz von feinen kurzen Härchen, deren Spitzen nach innen convergirten, und von denen er vermuthet, dass sie auf den Spitzen der Deckzellen aufsassen. Diese Härchen lösten sich in »Kalilauge« selbst nach längerer Einwirkung nicht auf, waren aber nach Isolation der Knospen (in Lösungen von Chromsäure) nicht deutlich mehr zu sehen. Bei andern Thieren und beim Menschen gelang es nicht, sie sicher nachzuweisen. — Deckzellen, deren unterer Theil in schmale Ausläufer verlängert war, isolirten Lovén und Schwalbe besonders leicht aus den Geschmacksknospen des Menschen, auch des Kalbes. Die Ausläufer sollen niemals varicös gewesen sein, aber an ihrem Ende häufig eine knopfförmige Anschwellung besessen haben. Einige von Lovén abgebildete Deck-

zellen (l. i. cit. Fig. 6 *e g*, auch *h i j*) erinnern an die weiter unten zu beschreibenden Gabelzellen des Frosches, und sind möglicherweise auch, wie diese, eigenthümliche, wahre Geschmackszellen gewesen.

Die Länge der Deckzellen richtet sich im Allgemeinen nach der Länge der Geschmacksknospen, und schwankt ungefähr innerhalb derselben Grenzen wie diese, beim Kaninchen z. B. zwischen 0,045 und 0,065 Mm. Auch innerhalb derselben Knospe sind die Deckzellen nicht gleich gross: am grössten und breitesten, zugleich am plattesten, pflegen die der äussersten Schicht zu sein. Die inneren sind kürzer und mehr cylindrisch.

Die Geschmackszellen (Fig. 276 *a* und *b*) sind lange und dünne, fast immer homogen und stark lichtbrechend erscheinende Gebilde. Jede besteht aus einem ellipsoidischen Körper, der an seinem oberen Pole in einen mässig breiten, an seinem unteren Pole in einen schmalen Fortsatz sich verlängert. Der Körper wird von einem bläschenförmigen Kern gebildet, der mit einer sehr dünnen Schicht homogener Substanz, »Protoplasma« überzogen ist. Der breitere obere (peripherische) Fortsatz ist beim Kaninchen fast cylindrisch, nach der Spitze zu ein wenig verjüngt, im Allgemeinen etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3 Mal länger und in der Mitte etwa halb so breit wie der Kern der Zelle. Die Spitze ist gewöhnlich schräg abgestumpft und an einer Seite in ein kurzes, senkrecht aufsitzendes Härchen oder Stiftchen verlängert (s. Fig. 276 *a*). Die Spitzen dieser Härchen scheinen im Normalzustand das Niveau des Geschmacksporus kaum zu erreichen. — Der untere (centrale) Fortsatz ist dünn, cylindrisch und schon in geringer Entfernung vom Kern etwa 3 Mal schmäler als der eben beschriebene peripherische Ausläufer. In 0,006 bis 0,0012 Mm. Entfernung vom Kern pflegt er sich in zwei nur wenig dünnere Aeste zu theilen, welche die Schleimhautoberfläche erreichen. Bevor diess geschieht, theilen sie sich nicht selten noch ein- oder mehrmals schnell nach einander. Das chemische Verhalten des centralen Fortsatzes scheint das von Nervenfibrillen zu sein.



Fig. 276. *a*) Isolirte Geschmackszellen aus den seitlichen Organen des Kaninchens. $^{600}/_1$. *b*) Eine Geschmackszelle und zwei Deckzellen im Zusammenhang isolirt. Ebendaher. $^{600}/_1$.

Beim Kalb fand Lovén die Geschmackszellen etwas anders gebaut: der peripherische Ausläufer war cylindrisch, stäbchenförmig, trug aber kein Haar. Der centrale Fortsatz war ein langer, feiner Faden, häufig besetzt mit varicösen Anschwellungen und kurzen, anscheinend abgerissenen Zweigen, die nach aussen gerichtet waren. Beim Menschen fand Lovén den peripherischen Ausläufer kürzer, und am Ende etwas zugespitzt, alles Uebrige aber wie beim Kalb.

Schwalbe möchte beim Mensch und Schafe zwei Arten von Geschmackszellen unterscheiden: Stiftchenzellen und Stabzellen. Bei den ersteren, welche die häufigeren sind, geht der peripherische breitere Fortsatz an seinem verschmä-

lerten Ende »in ein schmales, hell glänzendes, oben scharf abgeschnitten endendes Stiftchen« über. Die Stiftchen ragten bei in Ueberosmiumsäure isolirten Geschmacksknospen zuweilen bis 0,0072 Mm. aus der Spitze der Knospe heraus. Der centrale Fortsatz ist fadenförmig, zuweilen varicös. Die von Lovén beschriebenen Seitenzweige desselben konnte S. nicht bestätigen. — Bei den Stabzellen ist der peripherische Fortsatz »kürzer, gleichmässig breit und vorn abgesetzt, ohne Stift. Der centrale dagegen unterscheidet sich kaum von dem der gewöhnlichen Geschmackszellen.«

Ob an verschiedenen Stellen der Zunge verschiedene Formen von Geschmackszellen vorkommen, die etwa als Vermittler verschiedener Geschmacksempfindungen anzusehen wären, ist noch unbekannt. Desgleichen, ob in einer einzelnen Geschmacksknospe nur eine oder ob darin mehrere Arten von Geschmackszellen vorkommen können.

Die Nerven. Ueber den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Elementen der Geschmacksknospen sind wir noch sehr wenig unterrichtet. Man weiss, dass Aestchen des N. glossopharyngeus, die vorzugsweise aus dünnen markhaltigen Fasern bestehen, sich nach den Papillae circumvallatae begeben und in denselben sich ausbreiten. Kurz vor ihrem Eintritt in die Papille enthalten sie, wie auch der Stamm des Glossopharyngeus (Remak) mikroskopisch kleine Gruppen von Ganglienzellen. Unmittelbar unter der Papille bilden sie dann einen, besonders beim Schaf reich entwickelten Plexus (Schwalbe). Von diesem Geflecht aus dringen in der Mitte ein oder mehrere grössere und häufig auch an der Seite einige Bündel in die Papille, um sich da in viele feine, mannigfach sich durchkreuzende und schlängelnde Zweige aufzulösen, die nach dem Epithel zu ausstrahlen. Diese Zweige enthalten in der Regel viel mehr blasse als dunkelrandige Fasern. Die meisten Bündel pflegen sich nach der Gegend der Geschmacksknospen zu begeben, und da in einem dünnen, äusserst kernreichen Stratum, auf welchem die Geschmacksknospen unmittelbar aufsitzen, sich zu verbreiten. Nach Schwalbe bestehen die Nerven in diesem Stratum, abgesehen von den vereinzelten, markhaltigen Fasern, aus feinen Fibrillenbündeln, von denen jedes von einer kernhaltigen, in Essigsäure erblassenden Scheide umgeben ist. Diese Bündel spalten sich durch wiederholte Theilung in immer feinere Aestchen, aus denen endlich feinere blasse Fasern hervorgehen, die den Ausläufern der Geschmackszellen sehr ähnlich sind und dicht unter dem Epithel noch einen Plexus bilden. Höchst wahrscheinlich gehen diese feinsten Fäserchen in die centralen Ausläufer der Geschmackzellen über. Schwalbe sah zuweilen nach dem Abpinseln des Epithels von Chromsäurepräparaten ganz ähnliche Fäserchen über die Oberfläche der Schleimhaut hervorstehen.

Ganz ähnlich wie in den umwallten Papillen ist das Verhalten der Nerven in den Geschmacksleisten vom Kaninchen und Hasen. Die zahlreichen und ziemlich dicken Aeste des Glossopharyngeus, welche sich unter den Geschmacksleisten ausbreiten, enthalten ziemlich grosse mikroskopische Ganglienhaufen. In einem derselben zählte ich über dreissig Zellen. Diese waren fast kuglig, von durchschnittlich

[illegible] Mm. Durchmesser und scheinen nur an einem Pole mit Nervenfasern zusammenzuhängen. Von den grösseren Nervenstämmchen geben sehr zahlreiche und [illegible] Fäserchen nach den Zonen der Geschmacksknospen. [illegible] an den übrigen Stellen, ist die Schleimhaut [illegible] kernreich (Fig. 271, wo dies Verhalten durch Punktirung angedeutet ist und Fig. [illegible]). In dieser kernreichen Schicht verlaufen äusserst zahlreiche [illegible] Nervenfäserchen, die mit den centralen Ausläufern der Geschmackszellen [illegible] und, wie es scheint, auch [illegible] Verbindung [illegible]. Sie können nicht selten bis an die Basis einer Geschmacksknospe verfolgt werden, wo sie sich dann dem Blick entziehen.

Anhangsweise sei hier der Schilderungen gedacht, welche Szabadföldy und Letzerich von der Endigungsweise der Geschmacksnerven der Säuger geben. Nach Ersterem endigen dieselben in keulenförmigen Körperchen, die noch im Bindegewebe der Schleimhaut verborgen liegen. Da sie demzufolge von den die Mundhöhle passirenden Stoffen niemals unmittelbar berührt werden können, die Geschmacksempfindungen aber viel früher zum Bewusstsein kommen, als irgend eine bekannte Lösung durch die dicke Epithelschicht diffundiren kann, sind die beschriebenen Gebilde natürlich keine Geschmacksorgane, wie S. will. Niemand hat sie übrigens wiederzufinden vermocht. Ebensowenig sind bisher die Angaben von Letzerich bestätigt, demzufolge die Geschmacksnerven in allen Papillen von Katze, Rind und Wiesel in »flachen, ziemlich grossen Blasen« endigen, deren Membranen structurlos und mit grossen Kernen besetzt sind. Diese Blasen liegen über dem Schleimnetz der Papillen- und Zungenschleimhaut.« Sie haben zwei Arten von Fortsätzen. Die eine Art ist zitzenförmig, nach dem Bindegewebe der Schleimhaut gerichtet, mit dunkelrandigen Nerven verbunden, die an der Verbindungsstelle blass werden. Die Axencylinder durchsetzen die mit Protoplasma gefüllten zitzenförmigen Fortsätze und verzweigen sich dichotomisch auf der Innenfläche der Blase. »Diesen Verzweigungen sitzen prismatische, glänzende, den Stäbchen der Retina täuschend ähnliche Körperchen (Nervenendkörperchen) auf. Die Blasen selbst erfüllt von wässerigen, hell granulirten Massen.« Die zweite Art der Fortsätze sind schlauchförmige, nach der Oberfläche bis in die verhornten Epithelzellen hinziehende Ausstülpungen der Blasenmembran. Ihr Ende bleibt immer noch von einer, wenn schon dünnen Schicht Epithelzellen bedeckt. Die von Lovén und Schwalbe entdeckten Geschmacksorgane hat Letzerich nicht gefunden.

B. Geschmacksorgane der Amphibien.

Die Geschmacksorgane der Vögel und Reptilien sind nicht bekannt, um so besser und schon seit längerer Zeit die der Batrachier (Rana esculenta und temporaria, Hyla arborea). Auch bei den Fröschen sind die Endorgane der Geschmacksnerven mikroskopisch kleine, in Lücken des Epithels von Zungen- und Gaumenschleimhaut gelegene Gruppen von charakteristischen Epithelialgebilden. Die Form dieser Organe ist aber nicht, wie bei den Säugethieren, die von Flaschen oder Knospen, sondern die von Scheiben. Wir wollen sie, da sie vollkommen den Geschmacksknospen entsprechen, Geschmacksscheiben nennen. Sie sind zu Hunderten und ziemlich gleichmässig über die obere Fläche und die Ränder der Zunge verbreitet: jede sitzt hier auf einer breiten, etwa cylindrischen Papille (Geschmackspapille, Papilla fungiformis)

auf. Auch in dem Epithel, welches die glatte, papillenlose Oberfläche der Gaumenschleimhaut bekleidet, finden sich zahlreiche Geschmacksscheiben, die aber nicht oder kaum über das Niveau des übrigen Epithels hervorragen und noch näher untersucht werden müssen.

Feinerer Bau der Geschmackspapillen des Frosches (R. esculenta und temporaria). Diese Papillen bestehen aus einem mit Epithel bedeckten bindegewebigen Körper, der im Allgemeinen die Form eines niedrigen Cylinders oder abgestutzten Kegels hat. Auf der kreisförmigen oder elliptischen Endfläche derselben sitzt, eingerahmt von einem schmalen Gürtel von Flimmerzellen, die Geschmacksscheibe, welche aus eigenthümlichen Zellen und zellenähnlichen Körpern zusammengesetzt ist. Die Seitenflächen der Papille sind mit einfachem nicht flimmerndem Cylinderepithel bekleidet.

Der bindegewebige Körper der Papille besteht in seinem untern grössern Theile aus ziemlich lockerem Bindegewebe, in welchem Capillargefässschlingen, Enden verästelter Muskelfasern und ein Bündel dunkelrandiger Nerven eingebettet liegen. Der obere Theil ist eine solide, 0,01—0,015 Mm. dicke Scheibe von sehr dichtem, kernlosem Bindegewebe, die den Namen Nervenkissen führen mag. Sie bildet den Boden, auf dem die Geschmacksscheibe ruht.

Fünf bis zehn dunkelrandige Nervenfasern treten von unten her in die Papille und laufen in deren Axe fast immer ungetheilt bis zur unteren Fläche des Nervenkissens. Bei oder kurz vor ihrem Eintritt in das Letztere spitzen sie sich ein wenig zu, verlieren plötzlich ihr Mark und ihr Neurilemm schwindet. Unmittelbar hierauf theilen sich die nunmehr sehr dünn (etwa 0,002 Mm.) und blass gewordenen Nervenfasern und bilden, unter wiederholter dichotomischer Verästelung, ein zartes dichtes Nervengeflecht, welches sich nahezu horizontal in der untern Hälfte des Nervenkissens ausbreitet. Von diesem Geflecht aus steigen zahlreiche, feine Zweige (Fig. 277), die sich selbst wieder zu theilen pflegen, in gerader oder schräger Richtung bis auf die Oberfläche des Nervenkissens. Hier treten sie mit gleich zu beschreibenden Elementen der Geschmacksscheibe in Verbindung.

Die Nervenbündel, welche in die P. fungiformes treten, stammen vom N. glossopharyngeus. Die kleinen Papillen der Froschzunge, die mit gewöhnlichem Epithel besetzt sind, scheinen, wie schon Billroth hervorhob, nervenfrei zu sein. Das Nervenkissen, welches nach unten zu fest mit dem andern Bindegewebe der Papille verwachsen, nach aussen aber scharf und glatt begrenzt ist, besteht aus sehr festem, undeutlich fibrillärem Bindegewebe, das in verdünnten Säuren und Alkalien weniger stark aufschwillt als gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe. Key hielt das Nervenkissen für eine colossale Verbreiterung des Neurilemms und nannte es Nervenschale.

Die blassen Nervenfasern, in welche sich die dunkelrandigen beim Eintritt ins Nervenkissen auflösen, hat Key zuerst gesehen. Er nimmt aber ein mehr pinselförmiges Zerfallen der Nervenfasern in feinste variröse Aestchen an, und hat die reichen dichotomischen Theilungen nicht bemerkt. Unsere Beschreibung ist nach frischen, in Serum und verdünntem Glycerin gelegenen Präparaten gegeben.

Die Geschmacksscheiben sind elliptische oder kreisrunde, scharf begrenzte Epithelialplatten von etwa 0,15—0,35 Mm. Querdurchmesser und 0,04 bis 0,05 Mm. Dicke. Ihre untere Fläche haftet fest auf dem Nervenkissen, während die obere die ganze Endfläche der Papille einnimmt. Das »Nervenepithel«, aus dem die ganze Masse der Geschmacksscheibe besteht, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Cylinder- und Flimmerepithel, das die übrige Oberfläche der Papille bedeckt, dadurch, dass es optisch fast homogen und sehr durchscheinend, bei durchfallendem Lichte also sehr hell ist. In dicken Lagen gesehen, hat es einen schwachen Stich ins Gelbliche.

Es haftet fester auf der Papille als das übrige Epithel. Auch hängen die Zellen, aus denen die Geschmacksscheiben bestehen, untereinander viel inniger und fester zusammen, als die des gewöhnlichen Epithels.

Leydig machte zuerst darauf aufmerksam, dass das Epithel, welches die Endfläche der P. fungiformes überkleidet, von dem andern Epithel abweicht. Die spätern Beobachter haben diess, mit Ausnahme von Fixsen, sämmtlich bestätigt. Billroth und vor allen Ernst Axel Key gaben dann nähere Aufschlüsse über das Nervenepithel.

Die Geschmacksscheiben des Frosches bestehen aus mehreren Arten von Zellen, von denen sehr wahrscheinlich nur eine einzige Art, die Gabelzellen, mit Nervenfasern zusammenhängt. Zwei andere Arten, die breiten Kelchzellen und die schmalen Cylinderzellen scheinen mehr indifferenter Natur zu sein, wie die Deckzellen der Schmeckbecher. Diese drei Sorten von Zellen sind so auf der Geschmacksscheibe vertheilt, dass die Körper der Kelchzellen in einfacher Lage die äussere Schicht der Scheibe bilden, während ihre centralen Ausläufer und die Körper der Cylinder- und Gabelzellen die untere Schicht des Epithels zusammensetzen. Peripherische Ausläufer der letztgenannten Zellen dringen dann zwischen den Körpern der Kelchzellen in gerader Richtung nach aussen bis an die Oberfläche der Geschmacksscheibe (Figg. 277 u. 279).

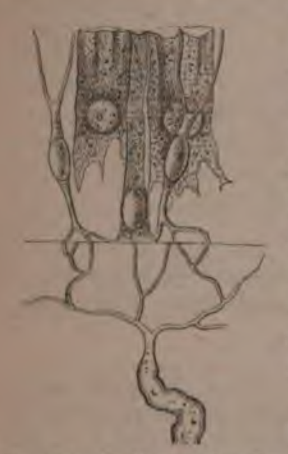


Fig. 277. Endigung der Geschmacksnerven des Frosches. Verästelung einer Nervenfaser im Nervenkissen, nach einem Glycerinpräparat. Gruppe von 2 Kelchzellen, 1 Cylinder- und 2 Gabelzellen nach einem Chromsäure - Glycerinpräparat. 600/1.

Die Kelchzellen, deren Zahl auf grösseren Papillen mehrere Hunderte beträgt, sind cylindrische, durch gegenseitige Abplattung meist 5- bis 6eckigprismatische Gebilde, deren Körper etwa 0,02 bis 0,024 Mm. lang und 0,01 Mm. breit ist. In ihrem unteren Drittel liegt ein bläschenförmiger Kern. Unterhalb des Kerns verschmälert sich der Zellenkörper ein wenig zu einem unregelmässig gestalteten protoplasmatischen Fortsatz. Der Zellkörper wird von einer festen, oben mit weiter Oeffnung versehenen Membran wie von einem Kelch umschlossen. Dieser Kelch ist bis zum Rande mit fast homogen

erscheinendem, durchsichtigem Protoplasma gefüllt. Nach unten zu geht die Membran, allmählich dünner werdend und endlich nicht mehr nachweisbar, auf den ebenfalls aus fast homogenem Protoplasma bestehenden Fortsatz der Zelle über. Die Ausläufer benachbarter Kelchzellen bilden durch Aneinanderlagerung, vielleicht auch durch Verschmelzung ein Maschenwerk von Protoplasmasubstanz in der unteren Schicht des Epithels.

Die Kelchzellen wurden von KEY als modificirte Epithelzellen beschrieben. Sie pflegen ziemlich constante Dimensionen zu haben. Durch Einwirkung mancher Reagentien, z. B. bei längerem Liegen in Jodserum, fliesst zuweilen das Protoplasma aus dem Körper der Zelle aus, während der Kern in der Tiefe sitzen bleibt. Die dicke Zellmembran legt sich dabei in starke Längsfalten zusammen. Durch Säuren, namentlich Essigsäure, auch Ueberosmiumsäure, wird das Protoplasma der Kelchzellen viel stärker getrübt als das der gewöhnlichen Epithelzellen der Zungenoberfläche. Mit den sogenannten Becherzellen darf man sie durchaus nicht zusammenwerfen.

Die Cylinderzellen, von denen auf jeder Papille einige Hunderte zu sitzen pflegen, bestehen jede aus einem in der tiefsten Schicht des Epithels, unmittelbar auf dem Nervenkissen sitzenden ellipsoidischen Körper von etwa 0,006 Mm. Länge und 0,004 Mm. Breite. Derselbe verlängert sich nach der Peripherie zu in einen gewöhnlich geraden cylindrischen Fortsatz von ungefähr 0,032 Mm. Länge und 0,002 Mm. Dicke, welcher bis zur äusseren Oberfläche des Epithels reicht. Der Körper besteht aus einem dünnen Protoplasmamantel, welcher einen ellipsoidischen Kern umhüllt. Die Substanz des langen cylindrischen Fortsatzes ist äusserst feinkörniges Protoplasma, welches von einer dünnen, oben offenen Membran umgeben zu sein scheint. Das Protoplasma des Zellenkörpers breitet sich, meist in Form einiger kurzen Fortsätze horizontal auf der Oberfläche des Nervenkissens aus. Diese Fortsätze haben niemals das Ansehen von Nervenfasern.

Die Cylinderzellen sind sicherlich zum grossen Theil die »Stäbchenzellen« von KEY gewesen (vgl. besonders a. a. O. Fig. 5, 7, 10, 11 *b, c, g*). Er warf sie indess mit den gleich zu beschreibenden Gabelzellen zusammen, von denen ihm nur verstümmelte Exemplare zu Gesicht gekommen zu sein scheinen. — Dass der lange Fortsatz der Cylinderzellen von einer oben offenen Membran umschlossen ist, schliesse ich daraus, dass derselbe zuweilen, z. B. an Jodserumpräparaten, allmählich sich abplattet, bandförmig wird, während zugleich an seiner Spitze kleine Protoplasmaklümpchen herausquellen.

Die Gabelzellen (Fig. 277 und 278), deren Zahl vielleicht das Doppelte der Kelchzellen beträgt, bestehen, wie die Geschmackzellen der Säugethiere, aus einem Körper mit langen, dünnen Fortsätzen. Der Körper hat die Form eines gestreckten Ellipsoids von 0,006—0,008 Mm. grösster und 0,003 bis 0,004 Mm. kleinster Axe und wird fast ganz von einem bläschenförmigen Kern mit centralem Kernkörperchen ausgefüllt. Die Fortsätze entspringen an dem peripherischen und centralen Pole des Körpers.

Der peripherische Fortsatz ist im Allgemeinen gabelförmig, 0,021 bis 0,030 Mm. lang. Seine Enden erreichen die freie Oberfläche des Epithels.

Man kann an ihm wie an einer Gabel den Stiel und die Zinken untersche
Der cylindrische, im Mittel 0,0015 -- 0,002 Mm. dicke Stiel wird höch
0,008 Mm. lang, kann sogar fehlen. Je kürzer er ist, u länger sind die von ihm ausg den Gabelzinken und umgel Der Stiel theilt sich in zwei, s drei Gabelzinken, die zuweilen der secundäre Gabeln bilden. unter entspringt seitlich am eine dritte Gabelzinke. Die Sp aller Gabelzinken liegen in Ebene, nämlich der Oberfläch Epithels. Die Gabelzinken sind cylindrische Stäbchen von höchstens 0,001 Dicke, in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten stehen sie bl Nervenfasern sehr nahe.

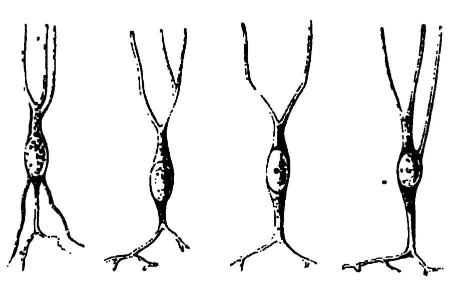


Fig. 278. Isolirte Gabelzellen vom Frosch. (R. temporaria). 600/1.

Am centralen Pole jeder Gabelzelle entspringt ein im Mittel 0,0015 dicker cylindrischer Ausläufer (selten zwei oder drei dünnere), der si höchstens 0,025 Mm., meist in 0,006 Mm. Entfernung vom Pol in zwei A theilt. Aus diesen Aesten gehen durch wiederholte Theilung kleinere dünne Aestchen zweiter und dritter Ordnung hervor, welche mit den bla an der Oberfläche des Nervenkissens mündenden Nervenfasern in jeder I sicht übereinstimmen und sehr wahrscheinlich deren Fortsetzung sind.

Verstümmelte Gabelzellen scheinen schon Billroth (l. i. c. Fig. 12) und (Fig. 7 *b*, 11 *a d e*) gesehen zu haben. Unsere Beschreibung ist hauptsäcl nach Exemplaren gegeben, die mit Hülfe von äusserst fe Glasnadeln entweder frisch in Jodserum, oder nach läng Einwirkung eines Gemisches von gleichen Theilen sta Glycerins und Kali bichrom. von 0.4% isolirt waren. N selten brechen bei dieser mechanischen Isolirung einz Fortsätze ab. — Der Uebergang von centralen Ausläu der Gabelzellen in die Nervenfasern, die aus dem Nerv kissen treten, wurde noch nicht mit Sicherheit beobach Diess liegt zum grossen Theil daran, dass die Method welche die Nerven zur Ansicht bringen, für die Darstell und Isolirung der Gabelzellen wenig taugen und man s fast niemals beide Gebilde gleichzeitig deutlich zu se bekommt.

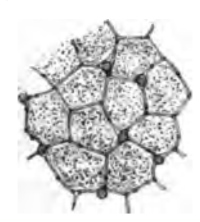


Fig. 279. Flächenansicht eines Stücks von einer Geschmacksscheibe des Frosches, frisch nach 5 Minuten langer Einwirkung von Jodserum. Man sieht von oben auf die breiten 5- oder 6eckigen Kelchzellen, zwischen denen die Enden mehrerer Cylinderzellen und einer grossen Anzahl Gabelzellen im optischen Querschnitt sichtbar sind. 600/1.

Sehr schön kann man zuweilen, wie Fig. 279 zeigt, sel an frischen Präparaten die Zinken der Gabelzellen im optisc Querschnitt auf Oberflächenansichten der Geschmackssel ben erkennen. Sie erscheinen dann als äusserst kleine glänzende Kreise zwischen den 5- und 6-eckigen, brei Kelchzellen. Ausserdem sieht man auch noch die Spit der Cylinderzellen als etwas grössere, matte Kreise zwisc den Kelchzellen zerstreut.

C. Geschmacksorgane der Fische.

Die Geschmackswerkzeuge der Fische stimmen in allem Wesentlichen vollkommen mit denen der Säugethiere und Frösche überein. Man kennt sie seit Leydig unter dem Namen der becherförmigen Organe. Es sind knospenförmige, aus eigenthümlichen Zellen zusammengesetzte Gebilde, die im geschichteten Epithel der äusseren Haut und der Mundschleimhaut sitzen. An vielen Stellen dringen daselbst von der bindegewebigen Unterlage der Cutis resp. Schleimhaut her cylindrische, nervenführende Papillen in das Epithel, und auf der etwas ausgehöhlten Endfläche einer jeden sitzt dann ein becherförmiges Organ.

Leydig, der die betreffenden Gebilde in der äussern Haut von Süsswasserfischen entdeckte, war geneigt, sie für Tastorgane zu halten. F. E. Schulze hat sie dann mit überzeugenden Gründen für Geschmacksorgane erklärt. Er fand sie in der vom N. glossopharyngeus versorgten Gaumenschleimhaut der Fische, untersuchte ihren Bau etwas genauer und entdeckte ihre principielle Uebereinstimmung mit den Geschmacksapparaten des Frosches. Am entwickeltsten scheint, nach Schulze, das ganze Bechersystem bei den Cyprinoiden zu sein. Hier stehen die Organe sehr dicht in der den Gaumen, das Zungenrudiment und die innere Seite der Kiemenbögen überziehenden Schleimhaut, ebenso an den Barteln; etwas weiter auseinander an den Lippen und noch weiter an der Kopfhaut und auf dem übrigen Körper. Vermisst wurden sie an den Lippen von Cottus gobio und in der äusseren Haut des Hechts, Lachses, Dorsches und Härings.

Jedes becherförmige Organ besteht aus einem Bündel sehr langer, dicht gedrängt stehender Zellen, welche von der Cutis, resp. Schleimhautpapille bis an die freie Epitheloberfläche reichen. Die Länge dieser Zellen kann 0,1 Mm. und mehr betragen. Man unterscheidet nach F. E. Schulze in jedem Becher zwei verschiedene Typen von Zellen. Die einen, welche den Deckzellen in den Geschmacksknospen der Säugethiere und den Kelch- und Cylinderzellen der Geschmacksscheiben des Frosches entsprechen, stehen hauptsächlich in den peripherischen Partien des Organs. Es sind lange, cylindrische, am oberen Ende quer abgestutzte Zellen, die ungefähr in der Mitte einen länglichen Kern mit Kernkörperchen einschliessen. Nach unten zu gehen die Zellen oft nach geringer Verjüngung in einige »fingerförmige oder zackige dünne Fortsätze« aus.

Die zweite Art von Zellen, welche den Geschmackszellen der andern Wirbelthiere entsprechen, finden sich am zahlreichsten in den mittleren Partien des Bechers. Es sind dies sehr dünne lange Zellen, die aus einem kleinen, gestreckt ellipsoidischen Körper mit zwei fadenförmigen Ausläufern bestehen. Der Körper wird fast ganz von einem Kern, worin ein deutliches Kernkörperchen, ausgefüllt. Der peripherische Fortsatz ist weit länger als der centrale, aber wie dieser ein äusserst dünner gerader cylindrischer Faden. Der centrale Ausläufer ist häufig (nach Einwirkung von Kali bichrom. von

[illegible]

[illegible] Präparate muss man dann unter [illegible] Mikroskop mit äusserst feinen Nadelspitzen zerzupfen. Ich empfehle [illegible] den Gebrauch äusserst fein zugespitzter Glasstäbchen anstatt der übi[illegible] Stahlnadeln. Die Glasspitzen kann man viel feiner erhalten, sie sind ausse[illegible] glatter und weniger klebrig als Stahlnadeln. Um die Vertheilung und End[illegible] [illegible] der Nerven zu sehen, kann man Schnitte durch getrocknete oder gefro[illegible] Präparate machen und in verdünnter Essigsäure mit Glycerin untersuchen. [illegible] Schnitte durch frische, am besten gefrorene Präparate, die dann mit Goldch[illegible] von 0,1 — 0,5 % oder mit Ueberosmiumsäure von 0,25 — 2 % behandelt wer[illegible] sind zu empfehlen. Für die feine Nervenendausbreitung in der Schleimhaut [illegible] unter den Geschmacksknospen räth SCHWALBE besonders eine mehrtägige Macera[illegible]

[illegible]

von den Enden der grossen Kelchzellen und den Spitzen der Cylinder und Gabelzellen gebildet wird, und orientirt sich auch gleichzeitig über die dunkelrandigen Nervenfasern und den übrigen Bau der Papillen. Die Zerlegung der Geschmacksscheiben in ihre Elemente gelingt am besten mit Hülfe feiner Glasspitzen unter dem einfachen Mikroskop bei Präparaten, die einige Tage in einem Gemisch von gleichen Theilen Kali bichrom. von 0,4 % und starken Glycerins gelegen haben. Ebenso nach stundenlanger Einwirkung der Ueberosmiumsäure von 0,5—1,5%. Die Verästelung der Nerven im Nervenkissen ist zuweilen schon an frischen Papillen deutlich, wenn man zuvor die Geschmacksscheiben in Serum wegpräparirt hat. Deutlicher werden sie dann nach Zusatz von Glycerin. Auch Ueberosmiumsäure wäre zu versuchen.

Zum Studium der Zellen in den becherförmigen Organen der Fische empfiehlt F. E. Schulze Zerzupfen nach kurzer Maceration in Kali bichrom. von etwa 0,25 — 1%.

Literatur.

Waller, Minute structure of the Papillae and Nerves of the Tongue of the Frog and Toad. Philosoph. Transact. 1847.

F. Leydig, Ueber die Haut einiger Susswasserfische. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. Bd. III. pag. 3.

——, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. pag. 84 u. Fig. 44, pag. 196 u. Fig. 100; pag. 299 u. Fig. 160 B; pag. 307 u. Fig. 164.

Carolus Finsen, De linguae raninae textura. Dorpat 1857.

Billroth, Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge u. s. w. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1858. pag 159. Taf. VII.

Hoyer, Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859. pag. 481.

Ernst Axel Key, Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861. pag. 329. Taf. VIII.

R. Hartmann, Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Papillae fungiformes der Froschzunge. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. pag. 634. Taf. XVII u. XVIII A.

Franz Eilhard Schulze, Ueber die becherformigen Organe der Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1863 Bd. XII. pag. 218.

L. S. Beale, New observations upon the Minute Anatomy of the Papillae of the Frog's Tongue. Philos. Transact. 1865. Vol. 155. I. pag. 443.

Szabadföldy, Beiträge zur Histologie der Zungenschleimhaut. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 38. pag. 177.

Th. Wilh. Engelmann, Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven des Frosches. Vorl. Mitth. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867 No. 50.

——, Ueber die Endigungen der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd XVIII. pag. 142. Taf. IX. 1867. Holländisch erschienen als:

——, Over de uiteinden der smaakzenuwen in de tong van den kikvorsch. Arch. voor Natuur- en Geneesk. III. p. 387. Met plaat. — S. a. Onderzoekingen gedaan in het physiol. laborat. der Utrecht'sche hoogeschool. Tweede reeks. I. 1867—68. pag. 193.

G. Schwalbe, Ueber das Epithel der Papillae vallatae. Vorl. Mitth. — Arch. f. Mikr. Anat. III. 1867. pag. 504.

Chr. Loven, Beiträge zur Kenntniss vom Bau der Geschmackswarzchen der Zunge. Arch. f. mikr. Anat. IV. 1868. pag. 96. Taf VII (Uebersetzung aus dem schwedischen Original, das mir nicht zugänglich).

G. Schwalbe, Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere und des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. IV. 1868. pag. 154. Taf. XII u. XIII.

——, Zur Kenntniss der Papillae fungiformes der Säugethiere. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1868. No. 28.

L. Letzerich, Ueber die Endapparate der Geschmacksnerven. Vorl. Mitth. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1868. No. 32.

——, Virchow's Arch. Bd. XLV. pag. 9. Taf. I.

L. S. Beale, New observations upon the minute Anatomy of the frog's tongue. Quart. j of microsc. science. 1869. pag. 1. Pl. I—IV.
R. L. Maddox, A contribution to the minute anatomy of the fungiform papillae and ter arrangement of nerve to striped muscular tissue in the tongue of the common Monthly microsc. journ. 1869. pag. 1. pl. I.
H. von Wyss, Ueber ein neues Geschmacksorgan auf der Zunge des Kaninchens. Centr f. d. med. Wissensch. 1869. No. 35. pag. 548.
——, Die becherförmigen Organe der Zunge. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870. pag. Taf. XV.
F. E. Schulze, Die Geschmacksorgane der Froschlarven. Ibidem. pag. 407. Taf. XXI

Capitel XXXIV.

Das Gehörorgan.

I.

Das äussere und mittlere Ohr, excl. der Tuba Eustachii.

Von

J. Kessel.

An dem Gehörorgan der höher organisirten Wirbelthiere unterscheidet man einen schallleitenden und einen schallempfindenden Apparat. Der zuleitende Apparat umfasst das äussere und mittlere Ohr, während das innere Ohr in dem Vorhof, den halbcirkelförmigen Canälen und der Schnecke, die empfindenden Elemente birgt.

A. Das äussere Ohr.

Dasselbe begreift die Ohrmuschel, den äusseren Gehörgang und das Trommelfell.

Die Ohrmuschel hat mit Ausnahme des Ohrläppchens eine elastische Knorpelplatte zur stützenden Grundlage, deren complicirte Modellirung die bekannte Form der Muschel bedingt. Der Knorpel selbst gehört zu den Netzknorpeln, ist 1—2 Mm. dick und von einem an elastischen Fasern reichen Perichondrium überzogen. Die Fasern dringen in die Grundsubstanz des Knorpels ein und bilden daselbst feine mit einander anastomosirende Netze, (Rollett, dieses Handbuch pag. 78) in deren Maschen kleine Knorpelzellen eingebettet sind.

Von den Muskeln, welche mit der Muschel in Verbindung stehen, gehören nur diejenigen hierher, welche zwischen den verschiedenen Regionen des Ohrknorpels selbst verlaufen. Es sind kleine, dünne Muskeln, sämmtlich quergestreift, welche sich mit kurzen Sehnen an das Perichondrium inseriren.

Die Cutis der Ohrmuschel, eine continuirliche Fortsetzung derjenigen des

Gesichtes und des Schädels, umkleidet den Knorpel, während sie sich an dem unteren Ende desselben einfach als Duplicatur in Form des Läppchens fortsetzt. Auf der ganzen Oberfläche kommen Wollhaare zum Vorschein, in deren Bälge Talgdrüsen von 0,5—2,0 Mm. Durchmesser einmünden. Die grösste Mächtigkeit erreichen die letzteren in der Muschelhöhle, wo sie im Vergleich zu den feinen Härchen bedeutend überwiegen, so dass ihre Mündungen als feine Grübchen mit blosem Auge bemerkbar sind. Umgekehrt gestaltet sich dieses Verhältniss bei manchen Individuen am Eingange des äusseren Gehörorgans, wo die Wollhaare eine mächtige Entwicklung zeigen, wesshalb ihnen von den Anatomen der Name »Bockshaare« beigelegt wurde. Kleine Schweissdrüsen von 0,15 Mm. Durchmesser finden sich vorzugsweise auf der dem Schädel zugewendeten Fläche der Muschel.

Das subcutane Gewebe der äusseren Haut der Muschel erhält sich an den einzelnen Regionen derselben nicht ganz gleich. In seine Substanz sind elastische Fasern zahlreich eingewebt, welche sich durch das Perichondrium bis zu den Knorpelnetzen verfolgen lassen. An der concaven Fläche bildet dasselbe einen dünnen festen mit dem Perichondrium verbundenen Streifen, wesshalb denn auch die Haut an dieser Stelle nicht verschoben werden kann. Auf der convexen Seite der Muschel mehrt sich das subcutane Gewebe, wodurch die Haut daselbst verschiebbar wird; nimmt sodann an der Ohrkrempe und den unteren Partien Fettzellen in steigendem Masse in seine Maschen auf, wodurch die Form und Dicke des Ohrläppchens, welches bekanntlich des stützenden Knorpels für gewöhnlich bar ist, wesentlich bedingt wird.

Die Ohrmuschel bezieht ihr Blut aus verschiedenen Quellen. Die aus den arteriellen Stämmen hervorgehenden kapillaren Netze verbreiten sich in der Cutis, den in ihr liegenden Haarbälgen und Drüsen, sowie in dem Knorpel. Einige der Gefässe dringen quer von der inneren zur äusseren Seite durch den Knorpel hindurch (Pareidt [31]), während andere in dem Perichondrium verbleiben. Von letzteren aus sollen nach Meyer [28] auch Aestchen in die Knorpelsubstanz eindringen und sich daselbst vertheilen. Nerven finden sich am reichlichsten auf der convexen Muschelfläche, weniger reich auf der concaven Fläche und am Läppchen. Die gröberen Züge verlaufen neben den grösseren Gefässen und durchbohren an der medialen Seite den Knorpel um zur Haut der lateralen Fläche zu gelangen.

Der äussere Gehörgang besteht aus einer knorpeligen und einer knöchernen Abtheilung, welche zusammen durchschnittlich einen Längendurchmesser von 24 Mm. haben (Troeltsch [15]), wovon 8 Mm. auf die erste und 16 Mm. auf die letzte kommen; die Weite des Ganges ist individuellen Schwankungen unterworfen. Der knorpelige Theil geht aus dem Muschelknorpel und dem Tragus hervor und stellt eine nach hinten und oben offene Rinne dar, welche durch fibröses Gewebe zu einer Röhre vervollständigt wird. Mit dem knöchernen Gehörgange ist er durch einen schmalen Bindegewebsstreifen beweglich verbunden. Der Knorpel selbst, von demselben Bau wie die Muschel,

hat zum Zwecke einer grösseren Verschiebbarkeit nach hinten oben an der vorderen und unteren Wand zwei Spalten, deren Lücken durch fibröses Gewebe geschlossen sind. Die Cutis des äusseren Gehörganges ist eine continuirliche Fortsetzung der äusseren Haut der Muschel und des Tragus. Dieselbe ist nicht überall von gleicher Beschaffenheit, sondern zeigt Differenzen, welche sich sowohl auf den dicken Durchmesser derselben als auch auf ihren inneren Bau beziehen. In dem knorpeligen Gehörgange ist die Cutis $1\frac{1}{2}$ Mm. dick, enthält Wollhaare mit ihren Talgdrüsen und Ohrenschmalzdrüsen und wenig Fett im Unterhautzellgewebe; in der knöchernen Abtheilung des Gehörganges ändert sie rasch ihren Charakter, insofern der dicke Durchmesser auf 0,1 Mm. sinkt, die Wollhaare äusserst fein und selten werden, und die Ohrenschmalzdrüsen mit Ausnahme an der hinteren oberen Wand, wo sie sich (jedoch nicht immer) bis zum Uebergang auf das Trommelfell forterstrecken. Unter der Oberhaut finden sich niedere in Längsreihen angeordnete Papillen, und ein mit elastischen Fasern reichlich durchzogenes Corium, das in seiner untersten Lage zugleich das Periost vertritt. Die Ohrenschmalzdrüsen stimmen sowohl, was die Zeit und Art ihrer Entwicklung betrifft, als in ihrer äusseren Form und in ihrer feineren geweblichen Beschaffenheit mit den Schweissdrüsen überein. Dasselbe gilt von dem Inhalte der Ohrenschmalzdrüsen, soweit das Mikroskop eine Beurtheilung zulässt; nur finden sich im Ohrenschmalze feinste häufig in Conglomerate angeordnete Farbstoffkörner. (Siehe dieses Lehrbuch pag. 597.) Die Ohrenschmalzdrüsen und Talgdrüsen liefern zusammen ein weissgelbliches, mehr oder weniger flüssiges Secret, das ursprünglich aus kleineren und grösseren Fettkugeln, zusammengeballten Farbstoffkörnern und aus Zellen besteht, in welchen einzelne Fettkügelchen und Farbstoffkörnchen eingebettet sind. Hierzu gesellen sich von der Auskleidung des Gehörganges Härchen und Epidermisschuppen, dann von aussen her Körper der verschiedensten Art. Bei stärkerer Anhäufung und längerem Verbleiben des Ohrenschmalzes im äusseren Gehörgange ändert dasselbe seine Farbe und bildet nach Verdunstung seines Wassergehaltes consistente Massen, die sog. Ohrenschmalzpfröpfe.

Die grösseren arteriellen Gefässe verlaufen an der oberen und hinteren Wand des Gehörganges und zweigen von hier eine stärkere Arterie ab, welche auf das Trommelfell übertritt. Die Hauptnervenstämme, welche in der Cutis des knorpeligen Gehörganges vorgefunden werden, lösen sich in dem knöchernen Theile desselben in zahlreiche Aeste auf, wodurch am Ende des Ganges die Verbreitungsfläche der Nerven den äusseren Theilen gegenüber bedeutend vergrössert wird, und hiermit dürfte die grosse Empfindlichkeit dieser Partie im Einklange stehen.

Das Trommelfell ist als Scheidewand zwischen dem äusseren Gehörgange und der Paukenhöhle ausgespannt.

Die Form desselben ist im Allgemeinen eine elliptische, deren Regelmässigkeit aber durch den vorn und oben gelegenen Rivinischen Ausschnitt gestört wird.

Die längere Axe dieses Ellipsoides geht von hinten und oben nach vorn und unten, die kürzere von vorn und oben nach hinten und unten. Dem entsprechend müsste man auch die Durchmesser des Trommelfelles in der Richtung der Axen des Ellipsoides messen und nicht wie das gewöhnlich geschehen ist im vertikalen und horizontalen Durchmesser. Man erhält in ersterem Falle andere Werthe, und zwar, der längeren Axe des Ellipsoides entsprechend 9,5—10 Mm. der kürzeren 8 Mm. während der horizontale Durchmesser 8—8,5 und der verticale 8,5—9 Mm. beträgt.

Die Ebenen, welche man durch die Ansatzfurchen beider Trommelfelle legt, sind gegeneinander geneigt; ihre Neigung ist gegeben durch einen nach oben und einen nach hinten offenen Winkel; der erstere beträgt 130—135°, der letztere ist durch Messung noch nicht genau bestimmt. Das Trommelfell selbst liegt nicht in der Ebene seiner Ansatzfurche, sondern ist nach der Fläche gekrümmt, so dass die Membran einem Trichter entspricht, dessen Spitze am unteren Griffende des Hammers liegt, dessen Meridianlinien aber gegen seine Höhlung hin convex gewölbt sind.

Zur Versinnlichung der Topographie der einzelnen das Trommelfell constituirenden Elemente bedient man sich mit Vortheil der intacten Membran bei schwacher Vergrösserung. Zu diesem Zwecke präparirt man dieselbe mit ihrem knöchernen Rahmen und dem zugehörigen Gehörknöchelchen von dem Felsenbeine ab und legt es einige Stunden ins Wasser, alsdann löst sich die für die Beobachtung hinderliche Oberhaut grossentheils ab. Hierauf entwässert man das Präparat in absolutem Alkohol, hellt in Terpentinöl auf und lässt es trocknen. Mit schwachen Vergrösserungen beobachtet man jetzt 3 Schichten, eine äussere, mittlere und innere, welche mittelst eines verdickten Randes, dem Sehnenring in einem knöchernen nur am Rivinischen Ausschnitte fehlenden Falze angeheftet sind. Die äussere Schichte, welche als Fortsetzung der Cutis des Gehörganges zu betrachten ist, stimmt im Wesentlichen mit der letzteren überein. Die mittlere Lage, die mächtigste Schichte des Trommelfelles, besteht aus mehr oder weniger breiten, scharf conturirten Fasern, deren grösste Summe entweder in radialer oder circularer Richtung zum Hammer verläuft: nur ein kleiner Theil strahlt zwischen beiden ersteren nach den verschiedensten Richtungen hin aus. Die radiäre Schichte liegt nach aussen unter der Cutis, die cirkuläre nach innen unter der Schleimhaut.

Die innere oder Schleimhautschichte des Trommelfelles ist eine unmittelbare Fortsetzung der Schleimhaut der Trommelhöhle; dieselbe ist sehr dünn und ihres complicirten Baues wegen nur mit starken Vergrösserungen zu definiren. Obwohl es leicht gelingt sich von der gegenseitigen Anordnung der das Trommelfell zusammensetzenden Elemente zu überzeugen, so macht doch eine Stelle, der Rivinische Ausschnitt, eine Ausnahme, über dessen feineren Bau die Ansichten der Autoren noch vielfach auseinandergehen. Der knöcherne Falz in welches das Trommelfell eingefügt ist, läuft nicht in sich selbst zurück. Es findet sich im Knochen ein Ausschnitt in Gestalt eines mehr oder weniger flachen Kreisabschnittes, dessen 2,5—3 Mm. lange Sehne durch die Verbindungslinie der beiden Enden des Falzes dargestellt wird — der Rivinische Ausschnitt. Ausgefüllt wird der Rivinische Ausschnitt durch das Gewebe der Cutis und die Schleimhaut des Trommelfelles. Der Sehnenring

des Trommelfelles aber biegt mit dem grösseren Theil seiner Fasern an den beiden Ecken des Anschnittes von seiner Richtung ab und wendet sich der tiefer liegenden Spitze des Processus brevis zu um an demselben zu inseriren, während der Rest der Sehnenfasern des Ringes nach oben zieht und sich in dem Bindegewebe des Periostes verliert. Auf diese Weise wird ein unregelmässiger dreieckiger Raum gebildet, der nach oben von dem Rivinischen Ausschnitt und zu beiden Seiten von zwei Bändern begrenzt wird, durch welche der Hammer resp. die Spitze seines kurzen Fortsatzes an die vordere und hintere Ecke der Ansatzfurche befestiget wird. Das vordere Band ist 1,5 Mm., das hintere 2 Mm. lang. Die drei Insertionspunkte dieser Bänder liegen nicht in einer senkrechten Ebene, sondern der untere beiden gemeinschaftliche springt gerade soweit lateralwärts über die obere hervor als der kurze Fortsatz des Hammers das Trommelfell an dieser Stelle nach dem Gehörgange zu verdrängt, so dass eine vom Rivinischen Ausschnitt nach unten gezogene Senkrechte denselben nahezu am Abgange vom Halse schneiden würde. Die Entfernung von dem höchsten Punkte des Ausschnittes bis zur Spitze des kurzen Fortsatzes beträgt 2,5—3 Mm.

Derjenige Gewebstheil, welcher den eben beschriebenen Raum ausfüllt, von Odo Schrapnell [40]) Membrana flacida genannt, ist minder fest gespannt als das übrige Trommelfell und zuweilen sogar taschenähnlich gegen die Paukenhöhle eingesunken (Henle [12]). Er besteht aus einer sehr dünnen Lage der Cutis und der Schleimhaut des Trommelfelles. Die Cutis führt unter der Oberhaut, ausser den Gefässen und Nerven, wellige Bindegewebszüge, welche von der hinteren oberen Abtheilung des Gehörganges schräg über den dreieckigen Raum hinwegziehen, um in die Circulärfasern des vorderen oberen Segmentes überzugehen. Die dünne Schleimhautschichte erstreckt sich bis zum knöchernen Rande des Rivinischen Ausschnittes und springt von hier zu der ihm gegenüberliegenden Leiste des Hammerhalses über.

Die Behauptung, dass ein Rivinisches Loch unter sonst normalen Verhältnissen hier vorkomme, ist durch Hyrtl [16] und andere Forscher gründlich widerlegt, dasselbe ist, wo es auftritt in Folge von Entzündung entstanden. Ich habe mich an Leichen und in neuerer Zeit bei Dr. Gruber auch an Lebenden direkt von der Richtigkeit dieser Anschauung überzeugen können.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung der topographischen Verhältnisse des Trommelfelles gehe ich zur Beschreibung des feinen mikroskopischen Baues über.

Die Cutis des knöchernen Gehörganges geht von allen Punkten seines Umfanges continuirlich auf das Trommelfell über. Die spärlich in demselben vorhandenen Härchen und Drüsen fehlen an dem letzteren ganz; die Papillen reichen mit Ausnahme der hinteren oberen Partie, wo sie sich bis zum Proc. brevis erstrecken, nur bis zum Sehnenring. Das Rete Malpighii zeigt an den übrigen Abtheilungen des Trommelfelles einen ebenen, nur stellenweise einen welligen Verlauf. An einem frischen mit Ueberosmiumsäure behandelten Trommelfelle färbt sich die Hornschichte ebenso wie im Gehörgange genau bis

zur Lage der Epidermiszellen schwarz. (Ein Beweis für Fettgehalt Ohrenschmalz Williams). Die Hornzellen, die verschieden dicke Oberhaut, sowie das Corium nehmen zuerst in der Richtung von der Peripherie zum Hammergriff allmählich an Dicke ab, um über seiner äusseren Kante die grösste Mächtigkeit zu erlangen. Dies Verhalten wird dadurch bedingt, dass die Gefässe und Nerven der Cutis und der Membr. propr. von starken Bindegewebszügen begleitet in schiefer Richtung von der hinteren oberen Wand des Gehörganges nach dem Hammergriff zustreben und erst demselben entlang und dann über ihm herziehen. Ein Theil der Bindegewebszüge umkreist den Spatel des Hammers und verbindet sich auf der vorderen Seite mit jenem, welcher die nach oben ziehenden Venen des Hammerplexus einhüllt.

Von dem eben geschilderten allgemeinen Verhalten der Cutis des Trommelfelles abgesehen, unterliegt der Dickendurchmesser der Oberhaut mannigfachen individuellen Schwankungen. Wohl ist es eine allgemeine Erfahrung, dass sich die Zellen der Hornschichte im Tode rasch trüben und leicht ablösen, so dass man häufig nicht im Stande ist an Querschnitten zu beurtheilen, ob man noch sämmtliche Schichten vor sich hat, oder ob sich die oberflächlichsten derselben abgelöst haben. Man muss ferner selbstverständlich den häufig vorkommenden pathologischen Veränderungen Rechnung tragen, um sich vor Täuschungen bei Beurtheilung des normalen Durchmessers zu schützen.

Gleichwohl habe ich mit Berücksichtigung dieser Fehlerquellen durch zahlreiche Messungen die Ueberzeugung gewonnen, dass der Durchmesser der Oberhaut bei Erwachsenen sehr ansehnlich variiret. In wie weit nun die schwächere oder stärkere Entwicklung der Oberhaut des Trommelfelles auf die Empfindlichkeit und den gesetzmässigen Ablauf der physiologischen Funktionen von Einfluss ist, lässt sich bis jetzt nicht mit Bestimmtheit aussprechen. Aus Analogie mit der äusseren Haut liesse sich vermuthen, dass auch hier die geringere Massenentwickelung der grösseren Empfindlichkeit zu gute kommt. Auch lässt sich die Mächtigkeit der Oberhaut am Trommelfell der Neugebornen in demselben Sinne verwerthen.

Die Membrana propria besteht aus scharf conturirten, stark lichtbrechenden Fasern, welche an den Seiten abgeplattet, in der Mitte bauchig aufgetrieben sind und einen Durchmesser von 0,0036—0,0108 Mm. haben. Dieselben erscheinen unter Umständen homogen, sie sind aber in der That fibrillirt. Setzt man nemlich Reagentien zu, wie Chromsäure, Chlorgold, Osmiumsäure etc., so tritt die fibrilläre Struktur der Fasern deutlich hervor. Am nächsten stehen die Trommelfellfasern den Sehnenfasern und bieten demgemäss dasselbe chemische Verhalten: sie quellen in Kali und Essigsäurelösungen auf, in Kalk- und Barytwasser lockern sich die Fibrillen unter Lösung ihrer Kittsubstanzen. Kocht man das Trommelfell in verdünnter Kalilösung, so wird es aufgelöst: wobei nur geringe Reste elastischen Gewebes zurückbleiben, welches theils deutlich noch Gefässröhren erkennen lässt, theils auch eine sehr dünne continuirliche Membran, die wahrscheinlich die Grundlage des Schleimhautblattes an der inneren Seite des Trommelfelles bildet (Helmholtz[11]). Sehr geeignet zur Untersuchung dieser fibrillären Bänder ist das embryonale Trommelfell. Man findet an demselben die Membrana propria durch deutliche Fibrillenbündel

und alle Entwicklungsstadien der letzteren vertreten. Eine erkennbare Grenze zwischen dem Bindegewebe der Cutis und dem die spätere Membrana propria repräsentirenden Fasern existirt in den früheren Entwicklungsperioden nicht: sie spricht sich erst gegen das Ende des Fötallebens aus.

Man kann daher letztere (Membr. propr.) »als eine zu physiologischen Zwecken günstig angeordnete und metamorphosirte tiefe Lage des Coriums betrachten.« Auch an Trommelfellen Erwachsener kann man an Zerzupfungspräparaten sehen, wie die glänzenden Bänder sich aufbüscheln und in die dünne Lage fibrillären Gewebes der Cutis und auch des Grundgewebes der Schleimhaut übergehen. Durch die innige Verbindung der Fibrillen mit ihren Kittsubstanzen und durch das Zusammenlegen zu starken breiten Bändern werden letztere selbst sehr widerstandsfähig gegen jede Dehnung und bilden bei der Art und Weise der hier näher zu erörternden Zusammenlegung eine fast unausdehnbare Membran, welche für die mechanischen Leistungen zu Hörzwecken, wie uns HELMHOLTZ [11]) lehrt, von der grössten Wichtigkeit ist. — Diese Fasern laufen in den einzelnen früher angedeuteten Schichten entweder parallel nebeneinander oder kreuzen einander in sehr spitzen Winkeln und verbinden sich häufig (GERLACH [7]), überall Spalten und grössere Lücken zwischen sich lassend.

Die Spalten sind gewöhnlich leer und dann hellglänzend oder an ihren Rändern mit feingranulirter Masse bedeckt. Zuweilen sieht man ausser den später zu beschreibenden Nervenfasern auch Zellen in ihnen, welche sich dann den Spalträumen genau anpassen. Diese Zellen, welche man als Trommelfellkörperchen bezeichnet (v. TROELTSCH [14]), kommen je nach ihrer Lagerung in der Ebene bald als Spindel- bald als Sternform zur Beobachtung; in ersterem Falle sieht man sie im Profil, im letzteren en face.

Die grösseren Lücken sind mit wandständigen Kernen versehen und häufig mit amöboiden Zellen gefüllt. Mit Hülfe der Injections- und Chlorgoldmethode lässt sich evident nachweisen, dass es sich hier um quer und schräg durchtretende Gefässe handelt.

An der Peripherie verflechten sich die drei Lagen der Membr. propr. untereinander, kleinere und grössere Lücken für den Durchtritt von Gefässen zwischen sich lassend und bilden durch ihre weitere Verbindung mit dem Gewebe der Cutis, des äusseren Gehörganges und der Paukenhöhlenschleimhaut einen dicken Wulst, »den Sehnenring«, welcher sich mittelst eines dünnen Periostes an den Annulus tympanicus anheftet. Zwischen den stark glänzenden Fibrillenbündeln finden sich hier ausser den Gefässen spindelförmige, kernhaltige Formelemente vor, und nicht selten kleine Knorpelzellen, einzeln oder in Reihen liegend. Aus obiger Darstellung erhellt, dass alle Lagen der Membr. propr. mit dem Sehnenring in Verbindung stehen; ich muss daher GRUBER [8]) beipflichten, wenn er neuerdings darauf hinweist, dass die Circularfasern deutlich bis in den Sehnenring zu verfolgen sind, weiter aber hinzufügen, dass dieselben in Abständen von einander und einzeln in sehr spitzen

Winkeln vom letzteren abgehen; die abgehenden Fasern summiren sich i ihrem weiteren Verlauf in der Nähe des Ringes und erlangen dadurch für sic allein eine Mächtigkeit, die derjenigen gleichkommt, welche aus den Masse der Oberhaut, Cutis und Schleimhaut zusammenresultirt: durch die Spannun dieser Fasern werden die Radien der Trommelfläche convex gegen den Gehör gang gewölbt. Gegen die Mitte des Trommelfelles nehmen die Circularfasen an Stärke wieder ab und fehlen am unteren Drittheil des Hammergriffes u seiner Umgebung. Besonders stark ausgesprochen ist die Circularfaserschicht an der Peripherie des vorderen oberen Segmentes, weil sich hier den Fasern welche aus dem Sehnenring stammen, noch jene hinzugesellen, welche i schräger Richtung von der hinteren oberen Wand des Gehörganges komme und durch den beschriebenen dreieckigen Raum unterhalb des Rivinische Ausschnittes ziehen.

Somit wäre die Circularschicht mit Ausnahme des erwähnten neutrale Theiles überall vorhanden. Die wechselnden Durchmesser der circulare Lage sowie die verschiedene Dicke der Cutis, welche wie oben angegeben, a der Peripherie und längs des Hammergriffes am stärksten ausgesprochen ist machen es unmöglich, einen Dickendurchmesser des Trommelfelles zu normi ren; er beträgt an den beiden letztgenannten Stellen etwa 0,1 Mm. währe er an den zwischen ihnen gelegenen Partien, wo die Cutis an Dicke abnimm und die Circulärfasern dünner werden oder ganz fehlen, nur die Hälfte dies Maasses und selbst darunter beträgt. Weiter verbindet sich die Membr. prop mit dem Hammergriff. Die Ansichten über die Art und Weise, wie diess ge schieht, gehen wesentlich auseinander: Nach v. Troeltsch[45] ist der Hamme griff zwischen beide Faserlagern (Radiär- und Circularschichte) eingeschobe die erstere geht von ihm aus, die andere liegt hinter ihm, aber so, dass d oberste Theil des Ringfaserbandes sich nach aussen vom Hammer schlägt un an der äusseren Seite des Hammers verläuft. Gruber[8]) unterzog die Befesti gungsweise des Hammers am Trommelfell einer erneuten Untersuchung un beschrieb ein bis dahin unbekanntes Knorpelgebilde, welches über dem kurze Fortsatze beginnen und $^1/_2$ Mm. bis unter das Griffende herabreichen sollt An den unteren zwei Drittheilen des Griffes sollte das Gebilde fest mit dem selben verbunden, oben aber, wo sich der processus brevis befindet nicht ver wachsen sein, sondern eine Art Gelenk bilden, dessen Höhle mit einer synovia artiger Flüssigkeit gefüllt sei. Spätere Untersuchungen von Prussak[36]), mir[1] und Moos[29] stimmen dahin überein, dass zwar ein Drittheil des kurzen Fort satzes aus Knorpel besteht aber ununterbrochen in den knöchernen Theil über geht. Nach Prussak und Moos findet man ferner unter dem Periost des Griffe an der ganzen Peripherie eine dünne Lage von Knorpelzellen, und zwar, nich bloss bei Neugebornen sondern auch bei Erwachsenen und Greisen.

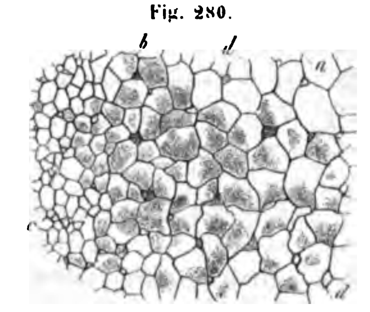
Ich habe dieses Verhalten in neuester Zeit wiederholt an Trommelfelle studirt, welche noch in Verbindung mit dem Hammer waren und verschiede nen Lebensstufen angehörten. Bei 3—9 monatlichen Embryonen finden sic

die Gehörknöchelchen noch im knorpeligen Zustande und bieten den Vortheil, dass sie ohne weitere Vorbereitung zu Schnitten verwendet werden können, während solche von Neugebornen und Erwachsenen erst einem Entkalkungsprocesse unterworfen werden müssen. Fertigt man solche Durchschnitte an, welche das Trommelfell und den Hammer in ihrer natürlichen Verbindung zugleich treffen, so findet man den Hammer (vorzugsweise deutlich bei Embryonen) von einem selbständigen von den Elementen der Membr. propr. unabhängigen Periost umgeben und nur durch eine 0,2—0,3 Mm. breite Schleimhautduplicatur mit den ersteren resp. der Schleimhaut des Trommelfelles in Verbindung. An der Stelle, wo sich später der kurze Fortsatz entwickelt, findet sich über dem Periost und in dem Gewebe der Duplicatur ein Haufen hellglänzender, kernhaltiger Zellen. Diese zeitlebens als Knorpelzellen persistirenden Elemente bilden mit dem gegen Ende des Fötallebens sich entwickelnden knöchernen Theil des kurzen Fortsatzes bei gleichzeitiger Verknöcherung des Periostes an der Verschmelzungsstelle eine innig verbundene Masse. Um diese Zeit ist dann auch die Verbindung des Hammers mit dem Trommelfelle eine innige, jedoch nur an zwei Stellen, am kurzen Fortsatze, woselbst sich die von den Ecken des Rivinischen Ausschnittes herabziehenden Bänder inseriren, und am unteren Drittel seines Griffes, wo ein Theil der Radiarfasern das Periost verstärkt, der andere aber vor dem Hammergriff sich kreuzt, um in die unregelmässigen zwischen Radiar- und Circularfasern befindliche Lage überzugehen. Mit dem Periost der oberen Hammergriffpartien ist die Membr. propr. nur durch lockeres Bindegewebe verbunden, so dass eine geringe Verschiebbarkeit desselben an dieser Stelle auch ohne gelenkartige Verbindung möglich ist. Die Schleimhaut, welche von der inneren Fläche des Trommelfelles auf den Hammer übergeht, kommt bei seiner Befestigung am ersteren nur wenig in Betracht.

Die Angaben, dass die Paukenhöhle während des *ganzen* Uterinlebens mit einem jungen Bindegewebe ausgefüllt sei, bedürfen der Controlle, da ich zu wiederholten Malen bei älteren Embryonen und Neugebornen die Höhle mit Flüssigkeit gefüllt und ihre Schleimhaut von Epithel überkleidet fand.

Die Schleimhaut des Trommelfelles besteht aus einem Epithel und einem darunterliegenden Fasergerüste. Das Epithel, welches bisher als eine einfache Lage von Pflasterzellen beschrieben wurde, zeigt keineswegs überall diese Beschaffenheit, sondern Formeigenthümlichkeiten wie sie von Ludwig und Schweigger-Seidel (Arbeiten aus d. physiolog. Anstalt zu Leipzig 1866) am Epithel der Bauchfläche des Kaninchenzwergfelles beschrieben wurden. Bei Silberbehandlung kommen an der Schleimhautoberfläche polygonale, durch dunkle geschlängelte

Fig. 280.



Schleimhautepithel d. menschlichen Trommelfelles. Silberpräparat.

Linien eingeschlossene Flächen von wechselnder Grösse zum Vorschein Fig. 280.

Wo ihre Grenzen zusammenstossen, zeigen sich runde, oder mehr eckige Stellen (d) welche den Eindruck von Oeffnungen machen, und wird diese Vermuthungen noch dadurch unterstützt, dass man sie bei der Behandlung mit Jodserum als homogen erkennen kann. Man kann grosse (a), kleinere (b) und kleinste (c) Polygone unterscheiden, und liegen die letzteren hauptsächlich längs des Hammergriffes und gegen die Peripherie hin und fassen die meisten homogenen Stellen zwischen sich. Ferner ist auch die Färbung der Zellen nach der Silberbehandlung verschieden, indem sie bald kaum gefärbt, bald ganz schwarz und undurchsichtig erscheinen; diese finden sich wieder häufiger zwischen den kleinen Polygonen. Die Kerne sind auch hier, wie es gewöhnlich nach der Silberbehandlung der Fall ist, unsichtbar, zuweilen jedoch bleiben einige derselben sichtbar und zeigen dann häufig eine excentrische Lage.

Das Fasergerüst der Schleimhaut liegt unter dem eben beschriebenen Epithel und überbrückt anderseits die Membr. propria. Die Anordnung ist am menschlichen Trommelfelle eine wechselnde. Fig. 281 soll daher nur eine Vorstellung von den Formen des Gerüstes geben, wie es am häufigsten am hinteren Segmente des Trommelfells vorgefunden wird. Daselbst findet man in der Mitte zwischen Hammergriff und Sehnenring eine aus feinsten Fibrillen gebildete Membran, welche gleichgebaute, mehr oder weniger breite Balken nach verschiedenen Richtungen hin ausschickt. Die Membran wechselt in ihrer Grösse. Sie reicht auf der einen Seite gewöhnlich bis an den Hammergriff und geht in dessen Schleimhaut über, oder sie endet schon in einiger Entfernung von demselben und stützt sich alsdann mit mehreren balkenartigen Fortsätzen auf die Radiärfasern, indem sie sich mit ihnen verfilzen. Gewöhnlich sehe ich einen Balken des Gerüstes zum kurzen Fortsatze ziehen. Auf der anderen Seite gegen den Sehnenring zu, gehen von der mittleren membranösen Ausbreitung Balken nach der Peripherie hin, welche über den Circularfasern fächerförmig ausstrahlend sich miteinander verflechten. Durch die Ausstrahlung je zweier Balken wird an der mittleren membranösen Ausbreitung ein Lager gebildet

Fig. 281.



Ein Theil des hinteren Segmentes unter schwacher Vergrösserung: a) die daselbst befindliche Membran dicht unter dem Epithel mit ihren Fortsätzen nach b) dem Sehnenring. Die dunkelgehaltenen Maschen entsprechen den Blutgefässen. Chlorgoldpräparat.

dessen Concavität nach der Peripherie sieht. Durch die weitere periphere Verbindung werden diese Bögen zu verschiedenartig gestalteten Oeffnungen umgewandelt, deren Zahl und Lage sehr wechseln. Auch die mittlere membranöse Ausbreitung kann sich durchlöchert zeigen. Complicirt wird der Bau des Gerüstes noch dadurch, dass nicht alle der erwähnten radiären Balken in einer Ebene liegen, sondern statt nach dem Sehnenring zu gehen, alsbald in die Tiefe zwischen Radiär- und Circularfasern in die erwähnten, zwischen letzteren frei bleibenden Räumen eindringen und sich darin als Balkenwerk derart ausbreiten, dass eine Anzahl mit einander kommunicirender Räume, »Lacunen« gebildet werden. Diese können wieder durch Lücken zwischen den Circulärfasern mit dem oberen Höhlensystem in Verbindung stehen. Die beschriebenen Räume sind sämmtlich mit einem Endothel ausgekleidet, dessen Form und Hinfälligkeit am besten mit dem Descemetischen Epithel der Cornea verglichen werden kann. Durch die Silber- und Chlorgoldbehandlung treten dunkelgefärbte Schlangenlinien in Form von Maschen auf, wie sie für die Lymphgefässe charakteristisch sind. Das Verhalten des Gerüstes an den restirenden Trommelfellpartien betreffend, wäre zu bemerken, dass es in der Norm auch am vorderen Segmente gleiche Configurationen wie die eben beschriebenen bildet und sich nur an den unteren Abtheilungen in Form einer durchlöcherten Membrana vorfindet. Doch können auch hier die bekannten Abweichungen der Faseranordnung vorkommen.

Gruber beschreibt in einer Monographie [8]) als dendritisches Gebilde ein Fasergerüste, das wohl seiner Lage nach dem unsrigen entspricht, dessen näheres Verhalten aber daselbst nicht genug gewürdigt worden ist.

Mit dem Fasergerüste stehen hauptsächlich bei Kindern an der Randzone der Schleimhaut 0,220 Mm. lange und 0,088 Mm. breite, von Gerlach zuerst beschriebene Zotten in Verbindung. (An den Tröltschischen Taschen und am Hammer kommen diese Zotten ebenfalls vor.)

Sie sind von Plattenepithel überkleidet und bestehen im Inneren aus Bindegewebe, in welches Capillarschlingen verlaufen.

Von den Nerven- Blut- und Lymphgefässen des Trommelfelles ist nur das Verhalten der Blutgefässe durch Gerlach [7]), v. Troeltsch [45]) und Rüdinger [38]) bekannt. Ueber die Nerven schreibt v. Troeltsch [45]), dass sie sich hauptsächlich oder fast allein in der Cutis verbreiten, ohne sich jedoch über die Art ihrer Endverbreitung daselbst näher einzulassen; in der Schleimhaut konnte er sie nie auffinden, woselbst Gerlach [7]) einigemal einzelne feine, marklose Nervenfasern erkannte.

Die Membr. propr. soll nach allen denjenigen, welche sich bisher mit der Anatomie des Trommelfelles beschäftigt haben, nerven- und gefässlos sein; und nur an der Peripherie nach Gerlach [7]) eine capillare Anastomose zwischen der Schleimhaut und Cutislage vorkommen. Eine Beschreibung der Lymphgefässe existirt meines Wissens ausser der im Centralblatt für medic. Wiss. von mir veröffentlichten nicht. Die Resultate meiner Untersuchung lehren

indessen, dass sich Nerven, Blut- und Lymphgefässe in 3, den Hauptschichten des Trommelfelles entsprechenden Lagen, in der Cutis, der Membr. propr. und in der Schleimhaut vorfinden.

Die Blutgefässe der Cutis (und Membr. propr.) werden hauptsächlich durch eine Arterie gespeist, welche an der hinteren oberen Wand des Gehörganges auf das Trommelfell tritt, am hinteren Segmente längs des Hammergriffes herabsteigt und dabei fortwährend kleine Aestchen in radiärer Richtung zur Peripherie sendet. Gegen das untere Ende des Griffes tritt dieselbe über ihn hinweg und gabelt sich in zwei Aeste, von welchen der eine den vorderen unteren Quadranten versorgt. Die in centrifugaler Richtung in der Cutis verlaufenden stellenweise durch quere oder schief auslaufende Anastomosen verbundene Aeste gehen in capillare Netze über, die einerseits zu kleineren, die Arterien begleitenden Venen zusammenfliessen, anderseits auf kürzestem Wege in zwei Venenplexus übergehen, von welchen der eine den Hammergriff umkreist und sein Blut in die hinteren oberen Venen der Cutis des Gehörganges entleert, der andere am Rande des Trommelfelles liegt und sein Blut ebenfalls in der Richtung nach aussen abgibt.

Ausser dieser Hauptarterie gehen noch kleinere in ziemlich gleichmässigen Abständen von der Peripherie mit der Cutis auf das Trommelfell über, lösen sich rasch in Capillaren auf, die mit den beschriebenen in Verbindung stehen. Das mittlere in der Membr. prop. gelegene capillare Netz kommunicirt sowohl mit demjenigen der Schleimhaut als dem eben beschriebenen äusseren; es breitet sich zwischen den Radiär- und Circulärfaserschichten sowie in dem Höhlensystem aus, sich überall dicht an die Wandungen desselben haltend. An der mittleren und inneren zwischen Hammergriff und Sehnenring gelegenen Partien, wo sich die Radiärfasern in ihrem Verlaufe nach dem Griffe immer mehr zusammendrängen und die Circulärfasern fehlen, gehen die Capillaren mehr quer oder schräg von dem äusseren zwischen den Radiärfasern hindurch zu dem inneren Capillarnetze der Schleimhaut, so dass diese Stelle der Membrana propria am gefässärmsten erscheint. Gegen die Peripherie hin weichen die Radiärfasern stellenweise auseinander und lassen Rinnen zwischen sich, welche durch Capillaren von rasch wachsendem Querdurchmesser ausgefüllt werden; die Gefässe selbst verlaufen daher auch radienartig u. z. in regelmässigen Abständen. Auch diese Gefässe ergiessen ihren Inhalt in den Randplexus.

Präparirt man die Cutis und die Schleimhaut von der Membr. propr. ab, so reissen die quer und schräg durchtretenden Gefässe ab, alsdann hat man die vorne erwähnten Lücken mit wandständigen Kernen vor sich.

Das innere Blutgefässnetz der Schleimhaut besteht vorzugsweise aus Capillaren und breitet sich besonders dicht um den Hammergriff und gegen den Sehnenring aus. Das am letzteren Orte gelegene Netz ist als eine Fortsetzung der Capillaren der Paukenhöhlenschleimhaut zu betrachten. Diese treten auf das Trommelfell über, biegen schlingenförmig um oder umkreisen die Oeff-

nungen des Balkenwerkes und kehren dann zu den Gefässen der Trommelhöhlenschleimhaut zurück, oder sie dringen an den Rändern der tunnelartigen Eingänge oder auch direct in die Tiefe, um mit den Capillaren der Membr. propr. zu anastomosiren. Das um den Hammergriff gelegene ebenfalls mit dem mittleren und auch mit dem eben beschriebenen in Verbindung stehende Netz erhält sein Blut von einigen schwachen Arterien, welche von oben nach unten ungefähr in der Richtung der in der Cutis verlaufenden Arterie herabziehen.

Wie wir eben gesehen haben entleert die Schleimhaut des Trommelfelles ihr Blut auf zwei Wegen: in die Venen der Paukenhöhle und in diejenigen des äusseren Gehörganges. Die Hauptblutmenge, welche die Trommelfellarterien und die Capillarien durchfliesst, kann daher auf verschiedenen Wegen in die grösseren Venen übergehen: auf einem kürzeren in den Hammerplexus, auf einem längeren über das Trommelfell hinweg in den Randplexus. Welche der Wege das Blut während des Lebens einschlägt, wird offenbar von der Beschaffenheit der Widerstände abhängen, welche sich in den verschiedenen Bahnstrecken, beziehungsweise in den Venen einfinden. Mit Bestimmtheit wird man jedoch sagen können, dass das arterielle Blut, jedesmal dann auf dem kürzesten Wege durch die Plexus um den Hammergriff zurückkehrt, wenn keine besonderen Widerstände in den Venen bestehen, in welche sich die Gefässe jener Plexus entleeren (PRUSSAK [37]). Von der Richtigkeit dieser letzteren Anschauung, welche PRUSSAK durch sorgfältig ausgeführte Injektionsversuche gewann, habe ich mich gleichfalls überzeugt. Da ich hier auf die Mittel und Wege, welche mir diese Ueberzeugung brachten nicht näher eingehen kann, so werde ich mich mit der Angabe der Methode, welcher ich mich zur Demonstration des Blutkreislaufes des Trommelfelles bediene, begnügen. Zu letzterem Zwecke benütze ich curarisirte Frösche, deren Unterkiefer nach Durchschneidung der Masseteren soweit wie möglich zurückgeschlagen werden. Ich lagere das Thier zwischen feuchte Bausche auf eine Glasplatte derart, dass die äussere Fläche des zu untersuchenden Trommelfelles auf der Platte aufliegt und befestige sie dann auf dem Objekttisch des Mikroskopes. Bei der kurzen und weiten Tuba des Frosches gelingt es durch zweckmässige Drehung des Kopfes ganz gut die Circulation der verschiedenen Trommelfellabtheilungen zu studiren.

Was nun die Lymphgefässe betrifft, so lässt sich zunächst im Allgemeinen sagen, dass sie analog den Blutgefässen in drei Lagen angeordnet sind; die erste gehört dem Cutisüberzuge, die zweite der Membrana propr. und die dritte der Schleimhaut an. In der Cutis bilden dieselben feinste unmittelbar unter dem Rete Malpighii gelegene Netze, welche die Blutcapillaren an vielen Stellen überbrückend begleiten. Allmählich gehen sie in weitere Capillaren über, die sich oftmals mit den Blutcapillaren kreuzen und sich schliesslich zu selbständigen grösseren Stämmchen sammeln, die entweder nach hinten und oben, oder gleich den Blutgefässen an verschiedenen Stellen nach der Peripherie und nach dem Gehörgange zu ziehen. In der Schleimhaut finden sich ebenfalls jedoch nur spärlich und gegen den Sehnenring zu gelegene subepitheliale Netze, durch ihre mannigfache Anschwellungen von den gleichweiten Blutcapillaren ausgezeichnet. Sie ziehen durch die in dem Fasergerüste beschriebenen Lücken in das Höhlensystem ein, um daselbst mächtige, kugelige und sackartige Erweiterungen darzustellen (s. umstehende Fig. 282).

Diese letzteren gehen wieder in enge mit klappenartig wirkenden Ein-schnürungen versehene Capillaren über, die entweder mit den erwähnten tief liegenden trichterförmigen Stämmen in Verbindung stehen oder auf direkten Wege die Membr. propr. durchsetzen, so dass dadurch sämmtliche 3 Lagen der Lymphgefässe des Trommelfells untereinander und mit den in der Cutis des äusseren Gehörganges vorkommenden in Verbindung stehen. Weiter wäre hier nun noch die Thatsache zu verzeichnen, dass nach Abpinselung des Schleimhautepithels sowohl auf den Membranen und Balken, die unmittelbar unter ihm liegen, als auch auf den zwischen ihnen liegenden Vertiefungen, den tunnelartigen Eingängen, nach der Silberbehandlung, ein Saftcanalsystem zum Vorschein kommt, wie es von Recklinghausen (siehe dieses Handbuch pag. 220) zuerst am Zwerchfell des Kaninchens beschrieben hat. Dasselbe verbreitet sich über das ganze Trommelfell vorzugsweise aber an solchen Stellen an welchen das kleinzellige Epithel der Schleimhaut liegt, also längs des Hammergriffes und gegen den Sehnenring hin; hier nehmen die häufig mit einander in Verbindung stehenden lichten Stellen auf Kosten der braungefärbten Masse an Zahl und Ausdehnung zu.

Fig. 282.



Lymphgefässe mit ihren sackartigen Erweiterungen dicht unter dem Fasergerüste der Schleimhaut gelegen. Silberpräparat.

An dem Trommelfelle des Hundes oder der Katze fand ich ebenso wie bei dem Menschen, da wo die lichten Räume auftreten, stark geschlängelte, stellenweise etwas verdickte feine Linien, welche unter fortwährender dichotomischer Theilung immer feiner werdend, sich nach den verschiedensten Richtungen hin, also auch in die braune Masse erstrecken (s. Fig. 283). Aehnliche Zeichnungen der Saftcanäle wurden von Köster (Ueber d. feinere Structur d. menschl. Nabelschnur. Dissert. inaug. Würzburg 1868) an der Nabelschnur beschrieben, und von ihm als Stütze seiner Behauptung benützt, dass auch die Saftcanäle aus Epithelzellen aufgebauet seien. Stellenweise sieht man die lichten Räume in Begleitung der Gefässconturen, sie verlaufen dann auf einer oder auf beiden Seiten neben Gefässen einher, und communiciren mit den Spitzen naheliegender Saftcanäle. In welcher Beziehung das Saftcanalsystem zu dem Schleimhautepithel, resp. den eben beschriebenen Oeffnungen zwischen demselben steht, konnte ich bis jetzt nicht herausfinden,

und will hier nur die physiologisch interessante Thatsache anführen, dass es mir beim Hunde gelungen ist, die Lymphgefässe des Trommelfelles von der Trommelhöhle aus nach der von Recklinghausen zuerst und später von Ludwig und Schweigger-Seidel fürs Zwergfell angewendeten Methode aufs schönste und vollständigste zu füllen. Es könnte demnach im Zusammenhang des obigen Injektionsversuches mit der geschilderten Einrichtung am Lymphgefässsystem jede Spannungsänderung des Trommelfelles eine Saugwirkung auf den Inhalt der Trommelhöhle ausüben und anderseits eventuell auch der Weiterbeförderung desselben innerhalb der Lymphgefässe Vorschub zu leisten im Stande sein.

Fig. 283.



Saftkanäle vom Trommelfell des Hundes.

Die Nerven des Trommelfelles verbreiten sich wie die Gefässe in der Cutis, Membrana propria und Schleimhaut. Die grösseren Nervenstämme begleiten die Hauptgefässstämme, theilen sich wie diese und verbinden sich wie die Capillaren, häufig untereinander. Sie ziehen mit den letzteren in ihre Verbindungsbezirke und bilden sowohl unter der Oberhaut der Cutis als unter dem Schleimhautepithel dichte Netze. Man kann hier einen Grundplexus, einen capillaren Gefässplexus und einen subepithelialen Plexus unterscheiden.

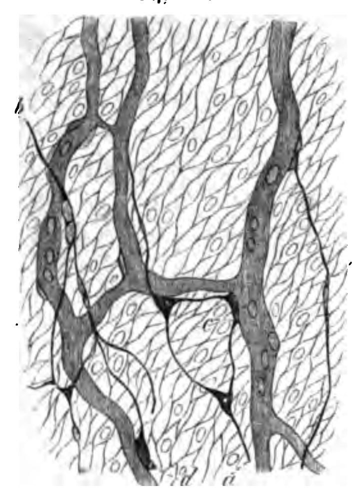
Ein Hauptnervenstamm, welcher aus markhaltigen mit Schwann'scher Scheide versehenen Fasern besteht und an der Grenze zwischen Cutis und Membr. propr. liegt, tritt an der oberen Partie des hinteren Segmentes neben und hinter der Arterie, vom Gehörgang auf das Trommelfell und begleitet die von ihr abgehenden Zweige mit Aesten. Entsprechend der Gabelung der Arterie über dem Griffende des Hammers theilt sich der Nerv in zwei Aeste, von denen der eine die vordere und der andere die hintere und untere Partie des Trommelfells versorgt. Ausser diesem Hauptstamme treten noch mehrere kleinere Stämmchen an verschiedenen Stellen der Peripherie mit den Gefässen ein. Die gröberen Verzweigungen aller dieser Nerven, welche an der Grenze zwischen Cutis und Membr. propr. liegen, nenne ich Grundplexus des Trommelfelles. Die von den Stämmen abgehenden Zweige lösen sich in zahlreiche marklose mit Scheiden versehene Fasern auf, und bilden dann reichliche Plexus rings um die Gefässe, so wie in dem Maschenräumen zwischen den Capillaren. Fassen wir einen solchen die Gefässe begleitenden Plexus näher ins Auge, so sehen wir einzelne Nervenfasern sich den Capillarconturen dicht anschmiegen, auch wohl stellenweise wieder von denselben abheben, so dass ein schmaler heller Raum zwischen Nerv- und Gefässwand sichtbar wird. Im weiteren Verlauf kann der Nerv das Gefäss verlassen und sich dem unter dem

Rete Malpighii befindlichen Plexus zugesellen, oder auch sich direkt in feine Fasern auflösen, welche die Capillaren umspinnen.

Lipmann (Inaug. Dissert. Berlin 1869) und Thomsa (Centralblatt Nr. 39, 186 haben sich in ähnlicher Weise geäussert, konnten jedoch ebensowenig wie ich ei nähere Beziehung der Nervenfädchen zu den Capillarkernen beobachten.

Eine zweite Gattung von Nervenfasern zeigt indess nicht die eben b schriebene Beschaffenheit, sondern stellt einen einfachen Axencylinder da welcher an vielen Stellen in knotige mit deutlichen Kernen versehene A schwellungen übergeht. Von einer solch Anschwellung können nun zwei oder me rere Fasern abgehen, so dass dieselbe letzterem Falle das Aussehen einer klein Ganglienzelle gewinnt. Die Fasern sah i sowohl mit den Zellen des Rete Malpighii auch mit den dicht unter letzterem gelegen Gefässen in nähere Beziehung treten. M sieht nämlich an gelungenen Präparaten de artige Nervenfasern in der oben beschrieb nen Weise mit ihren kernhaltigen A schwellungen den Capillaren anliegen u sich wieder von denselben abheben (Fig. 28

Fig. 284.



Kernhaltige Nervenfaser, welche sich bei *d* mit einer birnförmigen Anschwellung an die Capillarwand anlegt. Chlorgoldpräparat v. menschl. Trommelfell.

An anderen Stellen lassen sie sich s dann in feine Fäden verfolgen, die in ihr weiteren Verlaufe abermals Anschwellung von birnförmiger Gestalt zeigen. Diese letzt ren erscheinen nach der Behandlung r Chlorgold dunkler gefärbt, während die b nachbarten Kerne der Capillaren gewöhnli heller bleiben. Es hat an Goldpräparaten d Anschein, als ob die birnförmige Anschwellung in dem Winkel einer gabelig Theilung des Nerven läge, so zwar, das eine Zinke noch in dem Bereiche Anschwellung ihr knopfförmiges Ende fände, während die andere als ein Fä chen an der der Capillarwand zugewendeten Seite sich in einer bis jetzt unb kannten Weise an der Gefässwand verliert (Fig. *d*).

Es ist sonach bis jetzt kein Anhaltepunkt gegeben, diese Anschwellung als die letzten Enden von Gefässnerven zu betrachten, da von denselben Fä chen abgehen, die sich auf der Gefässwand verlieren. Die angegebenen Ve hältnisse lassen sich allerdings nur in seltenen Fällen mit vollster Evide beobachten, zumal der lange Verlauf der Nervenfasern bis zu ihrer A büschelung zu feinsten Fädchen nur in glücklichen Fällen den Nachweis Zusammenhanges derselben mit den birnförmigen Anschwellungen g lingen lässt.

Oben wurde bemerkt, dass nur ein Theil der Nervenfasern mit den G

fässen in Beziehung steht, während ein anderer mit dem im Rete Malpighii liegenden Plexus in Verbindung tritt. Dieser letztere stellt ein mit bi- und multipolaren Zellen versehenes Netzwerk dar, welches unmittelbar unter der tiefsten Lage der Oberhaut gefunden wird. Von diesem Netze gehen feinste aber deutlich erkennbare Fädchen ab, die oft direkt zwischen den Zellen verlaufen, so dass man zweifeln kann, ob man es mit Zellgrenzen oder solchen Fäden zu thun hat, öfters aber unbekümmert über die Zellgrenzen sowie über die Kerne hinwegziehen, um an benachbarte oder höher gelegene Zellpartien zu treten. Ueber ihre Endigung kann ich auch hier keinen positiven Ausspruch thun.

Um zur mittleren der Membr. propria angehörenden Lage überzugehen, so sei hier erwähnt, dass zahlreiche Nervenfasern vom Grundplexus ausgehend zwischen den Trommelfasern eindringen und daselbst geschlängelt verlaufen oder unter beständiger dichotomischer Theilung sich entweder den Sehnenfasern anlegen oder durch die Spalten und Lücken derselben zu den Nerven der Schleimhaut hinüberziehen. Auch in diesen Verbreitungsbezirken finden sich kernhaltige, knotige Anschwellungen von der beschriebenen Beschaffenheit an den feineren Fasern vor.

Demnach fänden wir in der Membrana propria die erwähnten Spalten und Gefässlücken mit ihrem beschriebenen Inhalte und ferner neben diesen eine grosse Anzahl kernhaltiger Anschwellungen, die mit zwei oder mehreren Fortsätzen versehen mit den daselbst verlaufenden Nervenfasern in Verbindung stehen und über und zwischen den einzelnen Faserlagen gelegen sind. Ich führe diese Thatsachen noch einmal der Reihe nach vor, weil man bisher alle zwischen den Fasern der Membr. propr. vorgefundenen zelligen Elemente dem Bindegewebe zugerechnet hat, während doch, wie aus obiger Darstellung erhellt, nur der kleine Theil dahin gehört, und der grössere als dem Blut- und Lymphgefässsystem resp. dem Nervensystem angehörend betrachtet werden muss. —

Was nun endlich die Nerven der Schleimhaut des Trommelfelles betrifft, so muss ich zunächst hervorheben, dass sie keineswegs so spärlich vertreten sind, wie diess bisher behauptet wurde. Man findet auch hier wieder einen Gefässplexus und einen subepithelialen Plexus. Jener eher die Lymphgefässe begleitend als die Blutgefässe, bezieht seine Fasern theils aus dem Plexus tympanicus mittelst Fäden, die von den verschiedenen Punkten der Peripherie mit der Schleimhaut der Paukenhöhle auf das Trommelfell treten, theils von jenen Nerven, die in der Cutis liegen mittels Fäden, die durch die Membrana propria dringen. Er schickt seine Zweige einerseits auf die Blut- und Lymphcapillaren, andererseits zu dem subepithelialen Plexus. Dieser bildet ein feines Netzwerk dicht unter dem Epithel, letzteres selbst mit Fädchen versorgend.

B. Das mittlere Ohr.

Das mittlere Ohr umfasst 1) die Paukenhöhle, die in ihr enthaltenen Gehörknöchelchen mit ihren Muskel- und Bandapparaten. 2) Die Zellen des Warzenfortsatzes und 3) die Tuba Eustachii.

Die Paukenhöhle. Die knöchernen Wände derselben, die in ihr befindlichen Gebilde sowie die ihr zugekehrte Fläche des Trommelfelles sind von einer Schleimhaut überkleidet, die sich von der Tuba Eustachii hierher fortsetzt und zugleich durch das Antrum mastoideum zu den Zellen des Warzenfortsatzes hinübergeht. Die Schleimhaut der menschlichen Trommelhöhle ist im Allgemeinen aus einem Epithel und einem darunter liegenden Bindegewebsstratum aufgebaut.

Das Epithel zeigt mannigfache Formen. Am Boden, dann an der unteren Abtheilung der vorderen, inneren und hinteren Wand der Höhle besteht dasselbe vorwiegend aus flimmernden Cylinderzellen; am Promontorium, am Dache, an dem Trommelfelle und den Gehörknöchelchen aber aus Pflasterzellen (v. Troeltsch [15]). Der Uebergang der ersteren zu den letzteren ist ein allmählicher, indem die cilientragenden Cylinderzellen niederer werden, weiterhin in wimpernde Pflasterzellen und endlich in wimperlose Platten übergehen. Trennt man das Cylinderepithel von seiner Unterlage und versucht die Zellen zu isoliren, so findet man ausser Becherzellen von der Form, wie sie in der Darmschleimhaut vorkommt, flimmernde Cylinderzellen mit und ohne Kern, von denen die kernlosen einen äusserst schmalen oft stäbchenförmigen Leib und ein schmales, häufig verklebtes Cilienbüschel besitzen. Beide Formen gehen nach unten in homogene, stark glänzende Fäden über. Zuweilen sind sie an ihrem unteren Ende gegabelt und alsdann in Verbindung mit zweien solcher Fäden. An einem Zupfpräparate ist es mir gelungen eine Zelle mit zwei Fortsätzen zu isoliren, von welchen der eine noch in Verbindung mit einem Faden stand, der die dreifache Länge der Zelle besass und sich ausserdem noch eine Strecke weit in das Bindegewebe hinein verfolgen liess. Bei Bewegungen des Deckgläschens flottirte die Zelle mit dem Faden frei in der Zusatzflüssigkeit, so dass kein Zweifel an dem beschriebenen Zusammenhang aufkommen konnte. Auch Rüdinger beschreibt an der Schleimhaut der Tuba des Ohres Fäden, die einerseits mit den Epithelialzellen und anderseits mit dem Gewebe der Submucosa in Verbindung stehen.

Ausser den erwähnten Formen von Cylinderzellen kommt noch eine weitere, und zwar spindelförmige vor, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass von dem kernhaltigen Zellenleib feiner werdende Fortsätze nach zwei Richtungen, nach oben und nach unten streben. Der obere Fortsatz erstreckt sich bis zum Epithelialsaum, während der untere in einen hellglänzenden Faden übergeht, der sich in dem unterliegenden Gewebe verliert und nicht selten unweit seines Abganges von der Zelle mit einer knotigen Anschwellung versehen ist.

Bei Betrachtung des Plattenepithels wäre hier nur zu bemerken dass dasselbe überall wo es auftritt, dieselben Formeigenthümlichkeiten erkennen

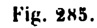
lässt, wie sie bereits an dem Epithel der Schleimhaut des Trommelfelles beschrieben wurden. Entfernt man es und behandelt die Schleimhaut nach der Silbermethode, so lassen sich Saftcanäle darstellen; entfernt man aber das Epithel nicht und übergiesst die intacte Schleimhaut mit einer Chlorgold- oder Ueberosmiumsäurelösung, so treten (besonders deutlich bei dem Hunde und der Katze) dicht unter dem Epithel dunkelrothe oder schwarze sternförmige unter einander communicirende Figuren auf, die stellenweise in breite, ebenfalls dunkelgefärbte und in den tieferen Gewebslagen sich verlierende Streifen übergehen. Die Frage ob die letzteren Configürationen als identisch mit den durch die Silbermethode hervorgebrachten anzusehen sind, und ob sie gleich jenen in nähere Beziehung mit den Lymphgefässen gebracht werden dürfen, bleibt eine offene, da ich den strikten Beweis für die Identität nicht zu erbringen vermag.

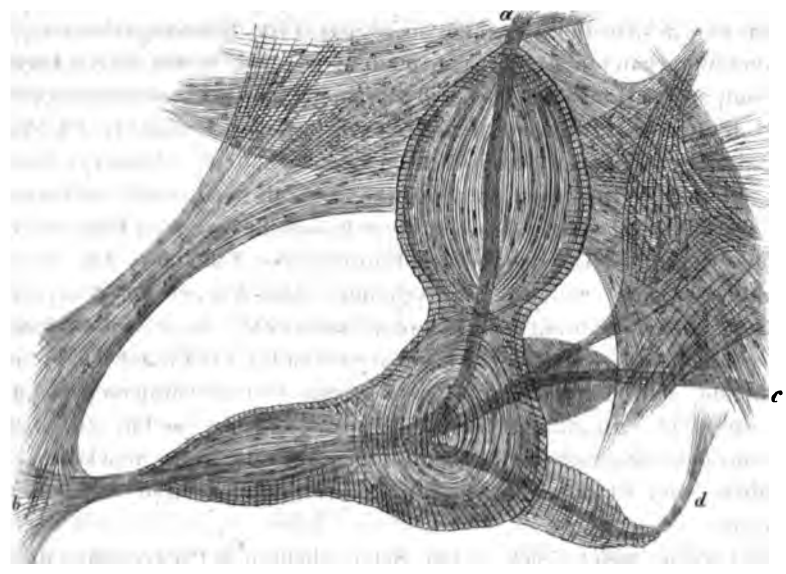
An dem unterliegenden Bindegewebsstratum kann man zwei Schichten unterscheiden, eine obere, unter dem Epithel gelegene und eine untere, welche das Periost vertritt und zugleich Fasern an die Scheiden der in den Knochenrinnen verlaufenden Nerven sowie in die Tunica adventitia der Knochengefässe abgiebt. Das obere Lager stellt ein Fasergerüste dar, das als Fortsetzung desjenigen, welches ich am Trommelfelle genauer beschrieben habe, zu betrachten ist, und sich zum Periost so verhält, wie sich dort jenes zur Membrana propria verhielt. Es besteht auch hier aus feinsten Fibrillen, die sich zu Balkengerüsten und durchlöcherten Membranen zusammensetzen und mit dem Perioste grössere, von Nerven- Blut- und Lymphgefässe ausgefüllte Hohlräume einschliessen. An verschiedenen Stellen der Paukenhöhle hebt sich dieses Fasergerüst von der Periostlage ab, um vor einem Knochenvorsprunge durch den freien Raum der Höhle zu einem anderen hinüberzuziehen. Diese Ueberbrückungen dienen zu gleicher Zeit als Stützen für zahlreiche von einem zum anderen Punkte hinübergehende Capillaren und sind allseitig von einem Epithel umgeben, welches an den Anheftungsstellen continuirlich in das der Schleimhaut übergeht. Dahin gehört das Ligamemtum mallei superius, Lig. mallei externum et posterius und die hintere Trommelfelltasche. Das Lig. mallei anterius besteht aus dicken Fibrillenbündel, wie sie das Sehnengewebe zeigt, und bildet mit dem Lig. mallei posterius den sogenannten Axenstrang, welcher zugleich die Drehaxe des Hammers darstellt (HELMHOLTZ [11]). Weiter gehören hierher Balken, welche zwischen den zahlreichen am Boden der Paukenhöhle vorkommenden Knochenvorsprüngen ausgespannt sind. Besondere Erwähnung verdient ein Balkengerüste, welches ich sehr häufig in der Umgebung des Steigbügels vorgefunden habe. Daselbst geht von der Eminentia pyramidalis eine Knochenleiste zum Halbcanal des Trommelfellspanners hinüber — sie prominirt zuweilen stark in den freien Raum der Paukenhöhle — und bildet mit der hinteren oberen Randpartie eine mehr oder weniger tiefe Nische. Vom freien Rande dieser Leiste sehe ich häufig mehrere, oft unter einander verbundene Balken, welche sich über den freien Raum der Nische wegspannen

und entweder an der Basis oder an dem hinteren Schenkel des Steigbügels inseriren. An diesem Balkenwerk sowohl als an dem am Boden vorkommenden, wie auch an dem vom Tegmen tympani als Lig. mallei superius zum Hammerkopf gehenden, kommen **eigenthümliche Körper** vor, die in äusserer Gestaltung und Grösse sehr von einander abweichen, im Ganzen aber einen und denselben histologischen Bau zeigen. An den einfachen Formen derselben kann man nämlich einerseits ein central verlaufendes Axenband, andererseits concentrisch um dasselbe angeordnete Kapseln erkennen. Das Axenband stellt einen glatten oder runden Strang dar, welcher nach kürzerem oder längerem freien Verlaufe an dem einen Pole des citronenförmigen Körpers ein — und an dem anderen wieder austritt, um sich alsbald fächerförmig in die beschriebenen durchlöcherten Membranen der Schleimhaut auszubreiten. Ohne Zusatz färbender Substanzen zeigt derselbe eine feinst fibrilläre Struktur und eine trübe feinkörnige Masse zwischen den Fibrillen; behandelt man ihn aber mit Silber- oder Chlorgoldlösungen, so färbt er sich stärker als das Gewebe der Kapseln. Die das Axenband umgebenden concentrisch angeordneten Kapseln haben gleichfalls eine fibrilläre Struktur. Zwischen den einzelnen Kapsellagen finden sich Spalten vor, die entweder homogen erscheinen oder mit spindelförmigen Elementen gefüllt sind. Häufig sind die Spaltränder mit einer feinkörnigen trüben Masse belegt. Die äusserste der Kapsellagen zeigt oft einen regelmässig welligen Verlauf und ein zartes Plattenepithel an der Aussenfläche. An dem einen Pole des Körpers bildet diese Kapsel einen kreisrunden glänzenden Ring, der in eine trichterförmige Vertiefung führt, in welche das Axenband eintritt; am anderen Pole geht die Kapsel auf das Axenband über. Der eben gegebenen Schilderung entsprechen die einfachen Typen, die von der Struktur des Axenbandes abgesehen, das Aussehen eines VATER'schen Körperchens wiederholen. Neben ihnen kommen noch andere Formen vor: es kann ein solches Gebilde so eingeschnürt sein, dass es die Figur einer 8 darstellt, und gerade oder winklig gebogen sein. In beiden Fällen gewinnt es den Anschein als wären zwei der beschriebenen Körper derart mit einander verbunden, dass an der Vereinigungsstelle die correspondirenden Kapsellagen in einander übergehen. Ferner sieht man zuweilen ein Axenband nach seinem Austritt sich in mehrere Stämmchen theilen, welche wieder die beschriebenen oder kleinere Körper tragen. Figur 285 versinnlicht einen derart gestalten Körper, den ich zwischen der Basis des Steigbügels und der von der Eminentia pyramidalis ausgehenden Leiste ausgespannt fand. Diese Organe kommen wie wir später sehen werden auch an der Schleimhaut der Warzenzellen vor, erreichen aber dort niemals eine so bedeutende Grösse wie in der Paukenhöhle. Die Körper können rundlich oder gestreckt, auch spindelförmig sein und kommen übrigens in allen Grössen vor, von mikroskopischer Kleinheit 0,08 bis zu 0,5 Mm. Länge.

Wenn ich nun auch nicht im Stande bin die histologische Bedeutung dieser Körper zu bestimmen, so scheint doch in physiologischer Beziehung

ihr Vorkommen an den Balken und die enge Verknüpfung der letzteren unter einander sowohl als mit dem mechanischen Schallleitungsapparate des Mittelohres auf eine gewisse Betheiligung derselben beim Hörvorgange hinzuweisen, deren genauere Ermittelung in das Gebiet der experimentellen Physiologie zu verweisen ist.


Fig. 285.



a. Eintritt des Axenstranges. *b.* Uebergang in eine Membran. Bei *c* u. *d* Abzweigungen des winklig gebogenen Axenstranges mit kleineren Körpern.

Diese Körper wurden zuerst von v. Troeltsch (Virch. Arch. Bd. XVII pag. 60 1859) an der Paukenhöhlenschleimhaut einer taubgewordenen alten Frau gefunden und als pathologische Bildungen beschrieben; ihre Bedeutung als physiologische Gebilde erhielten sie erst durch die Untersuchungen von mir 19 u. 21 und Politzer 34 u. 35.

Die Paukenhöhlenschleimhaut wird bekanntlich von mehreren Seiten und von verschiedenen Blutquellen aus ernährt. Die Hauptarterie verläuft stark geschlängelt am Boden und an dem Promontorium. Die von ihr abgehenden Aeste bilden oft in ihrem Verlaufe kreisförmige und elliptische Schlingen und gehen dann in ein unter dem Epithel gelegenes Capillarnetz über, das sein Blut durch ein dicht unter ihm gelegenes, an Caliber rasch zunehmendes capillares Maschenwerk in beträchtlich grosse Venen des Periostes entleert. Nicht alle Arterienäste zeigen dieses Verhalten, indem manche ungetheilt und gestreckt verlaufen und sich dann rasch in Capillaren auflösen, die oft in grosser Zahl, in gleicher Richtung und gleich weiten Abständen von einander

zwischen den Fasern der durchlöcherten Membranen einherziehen und Blut in grossere am Boden des beschriebenen Höhlensystems gelegene Va ergiessen.

Die Lymphgefässe der Paukenhöhlenschleimhaut zeigen im Ganzen das Verhalten wie am Trommelfelle, sie bilden beim Menschen stellenweise Röhrensystem, das mit kugeliger Erweiterungen oder starken seitlichen A buchtungen vorzugsweise im Perioste verläuft oder unter sackartigen Er terungen sich in dem Höhlensystem ausbreitet. Das Röhrensystem ist je nicht uberall vorhanden, sondern geht stellenweise, wie an den oberen knöc nen Wandpartieen und dem Dache der Trommelhöhle, in trichterförmige kugelige Raume über, welche wieder mit einem feinen Netzwerke durchz sind und unter einander communiciren, ein Verhalten, das an der Pau höhlenschleimhaut des Hundes wiederkehrt und dort näher auseinan gesetzt werden soll. Häufig fand ich diese Räume mit weissen Blutkörper vollgepfropft, sie machen alsdann den Eindruck von Follikeln. Auf dies scheinung lasst sich auch sehr wahrscheinlich eine Angabe von Nasiloff ruckführen, welche sich auf eine Lymphdrüse bezieht, die er in der Pau hohlenschleimhaut, da wo sie von der oberen Wand der Höhle auf das Trom fell übergeht, gefunden haben wollte. Was nun aber die etwaigen Bezieh der Lymphgefasse zu dem Schleimhautepithel betrifft, so bin ich üb weiter vorne ausgesprochenen Vermuthungen über die unter dem Epithe der Silber- und Chlorgoldbehandlung auftretenden Figuren nicht hi gekommen.

Die Nerven, welche sich in der Schleimhaut der Paukenhöhle u Trommelfelles ausbreiten und sich auch in diejenige der Tuba der Zell Warzenfortsatzes verfolgen lassen, stammen aus dem Plexus tympanicus Anastomose zwischen Ganglion oticum, Gangl. petrosum nervi glossopha und dem Plexus caroticus resp. dem Gangl. cervicale superius nervi pathici (Bischoff[3]).

Die Hauptnervenstämme des Plexus tympanicus bestehen aus mar gen Fasern, welche in dem Perioste der unteren und inneren Paukenh wand verlaufen, kleinere Aeste nach dem oberen, unter dem Epithel gel Bindegewebsstratum abgeben, und hier durch häufige Anastomosen unt ander breite unregelmässige Maschen bilden. Aus den letzteren gehen lose Fasern hervor, die feine, dicht unter dem Epithel gelegene Netze l Den Hauptstämmen, sowie den davon abgehenden Aesten sind sowohl in Verlaufe, als an den Theilungsstellen in Kapseln eingeschlossene Ganglie von wechselndem Durchmesser einzeln oder in Haufen und Gruppe oder eingelagert. Hiernach kann ich die Angaben von Pappenheim[32]) ker[22] und Krause[23]) über die ausgedehnte Verbreitung der Ganglie bestätigen, gegenüber der Mittheilung von E. Bischoff[3]), welcher ihr kommen nur auf ein Aestchen, das vom Nervus tympanicus zur Fenestra geht, beschränkt wissen wollte. Hier muss ich hinzufügen, dass ich

inde und der Katze einzelne mit Scheiden versehene Ganglienzellen, dicht iter dem Schleimhautepithel, da wo die feinen Nervennetze liegen, vorgenden habe.

Bei dem Hunde und der Katze zeigt die Schleimhaut einen analogen Bau ie bei dem Menschen. Das Schleimhautepithel weist dieselben Formen wie eim Menschen und ein unter demselben gelegenes Fasergerüst auf, das sich im Periost verhält, wie weiter vorne näher auseinandergesetzt wurde. Die auptnervenstämme zeigen stellenweise tiefe, rinnenförmige Einschnürungen, elche durch glänzende Bänder bedingt werden und dann an einzelnen Stellen indelförmige Anschwellungen. Den Stämmen selbst sind Ganglienzellen t in grosser Anzahl an- und eingelagert. Solche ganglienführende Stämme nd ich dicht unter dem Epithel resp. von demselben, und zwar, einem lindrischen besetzt, das die eben angegebenen Formen zeigte. Diese ylinderzellen gingen an dem gegen den Nerven gekehrten Theil in hmale Fortsätze über, welche man bis zur Nervenscheide verfolgen konnte; ber ihren endlichen Verbleib kann ich jedoch nichts Näheres berichten.

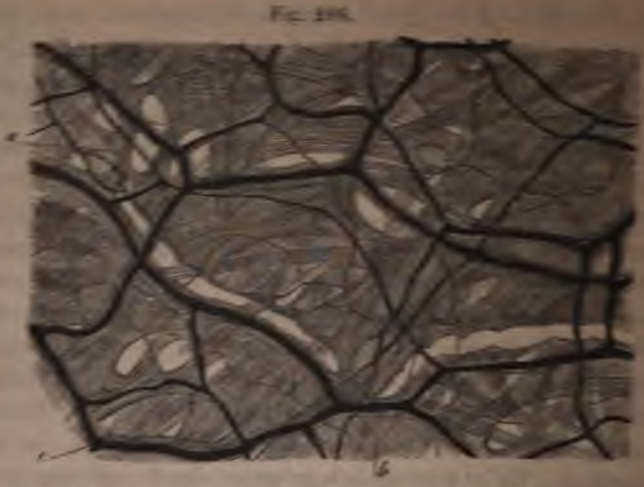
Die Nerven selbst zeigen noch in einer andern Hinsicht ein bemerkenserthes Verhalten. Es ist mir nämlich gelungen durch Injection die Anwesenit capillarer Blutgefässe zu constatiren, welche sowohl in der Nervenheide als zwischen den Nervenfasern selbst ein engmaschiges korbartiges eflecht bilden, welches Blutgefässsystem sich auch durch die Chlorgoldethode sichtbar machen lässt. Behandelt man Injektionspräparate nach vorrgehender Erhärtung in Alkohol mit Chlorgold, so wird unter günstigen nständen ein zweites Röhrensystem sichtbar, welches von der Injektionsmasse cht erfüllt ist. Dasselbe pflegt die Nervenscheide zu begleiten oder auch lbst in derselben zu liegen und unterscheidet sich von dem Blutgefässsystem irch stellenweise kugelige und spindelförmige für das Lymphgefässsystem arakteristische Erweiterungen. Es ist mir gelungen Aeste dieses Systems irch die Nervenscheide hindurch bis zu den Nervenfasern zu verfolgen; re Verbreitung im Nerven selbst hat sich bis jetzt meiner Beobachtung tzogen.

v. Troeltsch's [44]) Angaben über das Verkommen von Schleimdrüsen in der ukenhöhle des Menschen sind bisher vereinzelt geblieben, das Vorhandenin derselben bei Hunden und Katzen kann ich jedoch sicherstellen, und var sind es einschläuchige Drüsen mit Cylinderepithel ausgekleidet.

Das weitere Verhalten der Nerven und der Lymphgefässe in der Paukenhle stimmt mit dem beim Menschen genau überein, ich möchte daher nur ch einiges über die Schleimhaut der Bulla ossea anmerken. Hier ändert eselbe ihren Charakter; die markhaltigen Nervenfasern werden seltener und inglienzellen von der Gestalt und dem Aussehen, wie sie in der eigentlichen ukenhöhle vorkommen, finden sich nur einzeln zerstreut, mit Scheiden umben dicht unter dem Epithel. Streicht man das Epithel von dem darunter genden sehr dünnen Bindegewebsstratum ab, so trifft man auf ein adenoides

Netzwerk, welches sich stellenweise stark verdichtet und dann nur grös in Gruppen stehende Oeffnungen zwischen sich lässt. Die Oeffnungen führen i

Fig. 196.



Schleimhaut aus der Bulla ossea des Hundes. In dem Gewebe sind Räume sichtbar, we bei *a a. b* in Lymphröhren übergehen. *c.* Mit Leimmasse gefüllte Blutgefässe. Chl goldpräparat.

trichterförmige oder kugelige Räume, die wieder durch Lücken im Gew unter einander communiciren und endlich in Röhren von verschiedener We übergehen. Diese Räume sind ihrerseits wieder von einem feinen Netzw durchsetzt und von einem sehr zarten Epithel ausgekleidet. Sie sind we leer oder gefüllt mit Lymphkörperchen. Fast constant finden sich darin au kleinere und grössere Fetttropfen, welche stellenweise confluiren. Durc Zusatz von Ueberosmiumsäurelösung färben sich letztere schwarz und zeig alsdann den Verlauf der Röhren und die Lage der Räume scharf vor. Fet kugeln habe ich indess auch in den Venen gesehen. Injicirt man von de Aorta aus, so dringt selbst bei der gelungesten Füllung der Blutgefässe, di angewendete Masse nicht in diese Räume und Röhren. Dieser Umstand sow ihre Form und wohl auch ihr Inhalt berechtigen jedenfalls dieselbe als de Lymphgefässsystem angehörig zu betrachten.

In der Literatur suchte ich vergebens nach Angaben über das Verhalten de Lymphgefässe der Paukenhöhle; Prussak, [37]) welcher nähere Untersuchungen ihre Weichtheile beim Hunde vornahm, leugnete ihre Existenz daselbst ganz ab. Durc die Art der Zusammenfassung reichlich vorhandener grösserer Venen aus capillar Netzen, durch den direkten Uebergang kleinerer Arterien in Venen und durch de Abfluss der grossen Venen an verschiedenen Orten zugleich soll der Blutstrom m geringem Drucke und grosser Geschwindigkeit durch das Gefässsystem hindurch gehen und in keinem Falle Exsudationen begünstigen, welche doch bei der gering Festigkeit der Weichtheile, welche die Blutgefässe von der Trommelhöhle scheide und bei dem Fehlen der Lymphgefässe zu erwarten wären. Obwohl sich an dem Blutgefässsystem der Schleimhaut des Hundes die von Prussak geschilderten Ein

richtungen erkennen lassen, so ist doch auch hier in der Existenz der Lymphgefässe der Hauptgrund für den Nichteintritt der eben erwähnten Eventualitäten zu suchen: ja man kann sich leicht überzeugen, dass die resorbirenden Oberflächen der Lymphgefässe über die Flächen der Blutgefässe überwiegen. Bei der Lagerung der Lymphgefässe in dem beschriebenen Höhlensystem, dicht unter den dünnen elastischen also leicht comprimirbaren Membranen, dürften ausser den bei der Bewegung der Lymphe allgemein gültigen Factoren, in vorliegendem Falle die häufigen in der Trommelhöhle stattfindenden Druckschwankungen in Betracht gezogen werden, da sie bei dem gegebenen Mechanismus am Lymphgefässsystem selbst sehr geeignet erscheinen, bald eine Saugwirkung auf den Paukenhöhleninhalt, bald eine Weiterbeförderung desselben innerhalb des Systems auszuüben. Die Angaben von Voltolini [46]), dass sich in der Paukenhöhle des Menschen stets ein geringes Quantum einer hellen Flüssigkeit vorfinde, kann ich mit Hinweis auf ihr Vorkommen in den Warzenzellen nur bestätigen.

Besonders hervorzuheben wären nun noch eigenthümliche Zellkörper, welche vorzugsweise in den tiefsten Lagen des Periostes der Bulla ossea neben und zwischen den daselbst verlaufenden Blut- und Lymphgefässen liegen, sich aber auch durch das höher gelegene Bindegewebsstratum bis zum Epithel hin ausbreiten. An den Körpern selbst kann man einen scheibenförmigen oder mehr kugeligen oder in die Länge gestreckten ovalen Zellenleib und mehrere Fortsätze unterscheiden. Der Zellleib zeigt gewöhnlich einen grossblasigen Kern mit einem deutlichen Kernkörperchen oder unter Umständen viele solcher Kerne, welche wiederum mehrere deutliche Kernkörperchen besitzen können. Unter den Fortsätzen kann man gewöhnlich einen mächtigeren von 2—5 und mehr kleineren unterscheiden. Der erstere verläuft gewöhnlich eine kleinere oder grössere Strecke, um sich dann mit einem zweiten solchen Körper zu verbinden, auch geben derartige Fortsätze Anastomosen zu anderen ab, wodurch Geflechte entstehen. Die kleineren Fortsätze verästeln sich baumförmig und gehen schliesslich in feinste Spitzen über, welche unter günstigen Umständen in Verbinduug mit kernhaltigen Zellen gesehen werden können. Zellleib wie Fortsätze erscheinen feinst gestreift und von einer feinkörnigen Masse belegt, und zwar, ersterer mehr als letztere. Während die mit einem einzigen Kerne versehene Zellen durch ihre Gestalt an die Ganglienzellen des Rückenmarkes erinnern, so bieten die kernreichen grosse Aehnlichkeit mit den Myeloplaxen. Wenn schon die letzteren die Thatsache der Kernvermehrung höchst wahrscheinlich machen, so wird sie durch solche Bilder zur Gewissheit, wo scheibenförmige Zellleiber durch Kernvermehrung zu kugeligen umgestaltet erscheinen.

Ehe wir nun die Paukenhöhle verlassen, wäre noch mit kurzen Worten der Gehörknöchelchen, ihrer Verbindung unter einander und der an ihnen angreifenden Muskelapparate zu gedenken. Die Gehörknöchelchen sind mit Schleimhaut und einem bei Erwachsenen sehr dünnen Periost überzogen. Sie haben eine äussere compacte und innere spongiöse Substanz. Die letztere ist von zahlreichen Gefässen durchzogen, welche durch die erstere hindurch mit dem Periost resp. Schleimhautgefässen in Verbindung stehen. Am Kopf

und Hals des Hammers sowie am Körper des Amboses nimmt die spongiöse Masse auf Kosten der Rinde zu, während in dem langen und kurzen Fortsatz des Amboses, sowie am Hammergriff das umgekehrte Verhalten stattfindet. Die Gelenke der Gehörknöchelchen stimmen mit anderen wahren Gelenken überein; sie haben Kapseln und eine hyaline Knorpellage an den Gelenkflächen.

Die Befestigung des Steigbügels im ovalen Fenster wird bei Betrachtung der Weichtheile des Vorhofes ihre nähere Berücksichtigung finden.

Die Muskeln der Gehörknöchelchen sind quergestreifte und ihre Sehnen, soweit sie das Lumen der Paukenhöhle passiren, von der Schleimhaut derselben überzogen. Der Trommelfellspanner hängt mit dem Dilatator tubae zusammen, und zwar nicht blos durch sehnige Faserzüge, wie Majer [27] wollte, sondern auch durch Muskelfasern, wie ich dies bei einer früheren Gelegenheit bereits hervorgehoben habe. An seiner Insertion am Hammer finden sich oft in seiner Sehne Knorpelzellen eingelagert.

Zellen des Warzenfortsatzes.

Die Zellen des Warzenfortsatzes sind von einer sehr dünnen Schleimhaut ausgekleidet, welche sich von der Paukenhöhle hierher fortsetzt und im Allgemeinen denselben anatomischen Bau (wie dort) beibehält. Das Epithel besteht aus glatten Zellen von der Beschaffenheit und Anordnung, wie sie am Trommelfelle näher erörtert wurden. Unter demselben trifft man auf ein oberes und dann auf ein unteres das Periost vertretende Bindegewebslager, welches letztere zahlreiche Nerven, Blut und Lymphgefässe führt. Das obere Bindegewebslager hebt sich häufig an den freien Rändern der Zellen in Form von Membranen ab, um an nähergelegene Knochenvorsprünge hinüberzuziehen und daselbst zu inseriren, wodurch nicht selten die Hohlräume zweier aneinandergrenzender Zellen von einander abgeschlossen werden. In den grösseren Zellenräumen sind diese Membranen durch mehrere von ihnen ausgehende Balken in horizontaler Richtung in Art der Hängematten ausgespannt. An den Balken der Membranen kommen die früher gekennzeichneten Organe mit concentrischer Schichtung besonders häufig vor (ich habe deren bis 7 gezählt). Sie erreichen hier niemals die Grösse wie diejenigen in der Paukenhöhle, sind aber dafür an interessanten Formen viel reicher. Sie wachsen von der kleineren Spindelform zu den grösser werdenden Kugel-, Keulen- und Bisquitformen an. Zu wiederholten Malen habe ich Membranen mit ihren Fortsätzen und daran haftenden Körpern im Aditus ad cellulas vorgefunden und auch Fortsätze in direkter Verbindung mit dem kurzen Fortsatz des Amboses gesehen.

Literatur.

1) ARNOLD, FR., Icones organ. sensuum. Turici 1839.
2) ——, Handbuch der Anat. des Menschen. Bd. II. 1851.
3) BISCHOFF, E., Microscopische Analyse der Kopfnerven. München 1865.
4) BOCHDALEK, Otologische Beiträge. Prager Vierteljahrschr. Bd. I. pag. 33—46.
5) BOCHDALEK junior, Beiträge zur Anatomie des Gehörorgans. Oesterr. Zeitschr. f. pract. Heilkunde. 1866. No. 32.
6) BUCHANAN, Phys. illust. of the organ of hearing. London 1828. (Meikels Arch. 1828.)
7) GERLACH, Microsc. Studien aus d. Gebiete der menschl. Morphologie. Erlangen 1858.
8) GRUBER, Jos., Anatomisch-physiol. Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen. Wien 1867.
9) ——, Ueber den feineren Bau des Ringwulstes am Trommelfell. Monatsschr. f. Ohrenheilkunde. 1869. No. 2.
10) ——, Lehrbuch der Ohrenheilkunde. Wien 1870.
11) HELMHOLTZ, Die Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells. Pflügers Archiv f. gesammte Physiol. 1868. Hft. I.
12) HENLE, Handbuch der system. Anat. d. Menschen. Bd. II. Gehörapparat. Braunschw. 1866.
13) HOME, Ev., On the structure and uses of the membr. tymp. of the ear. Phil. transact. Vol. 90. 1800.
14) ——, On the difference of the structure between the human membr. tymp. and that of the elephant. Phil. transact. 1823.
15) HUSCHKE, Bearbeitung des menschl. Gehörorganes in Sömmering's Anatomie. Bd. V.
16) HYRTL, Jos., Handbuch der topogr. Anat. Wien 1853.
17) KESSEL, J., Ueber einige anat. Verhältn. des Mittelohres. Archiv für Ohrheilkunde. Bd. 3. Hft. 4. 1867.
18) ——, Nerven- und Lymphgefässe des menschl. Trommelf. Centralbl. für med. Wissenschaft. No. 23 u. 24. 1868.
19) ——, Beitrag zur Anat. d. Schleimhaut der Paukenhöhle und der Zellen d. Warzenfortsatzes. Centralbl. für medic. Wissensch. No. 57. 1869.
20) ——, Beitrag zum Baue der Paukenhöhlenschleimhaut des Hundes und der Katze. Centralbl. f. mediz. Wissenschaft. No. 6. 1870.
21) ——, Ueber Form- und Lageverhältnisse eigenthümlicher an der Schleimhaut des menschl. Mittelohres vorkommender Organe. Archiv f. Ohrenheilkunde v. TRÖLTSCH. Bd. V. Hft. IV. 1870.
22) KÖLLIKER, Microsc. Anatomie. II. 1855.
23) KRAUSE, Ueber d. Nerv. tymp. u. Nerv. petrosus super f. min. Zeitschr. f. ration. Medic. von HENLE. Bd. XXVIII. Hft. I. 1866.
24) LEYDIG, Lehrbuch der Histol. des Mensch. u. d. Thiere. 1867.
25) LUSCHKA, Anatomie des Menschen.
26) MAGNUS, Beiträge zur Anat. des mittleren Ohres. Virch. Archiv. XX. 1860.
27) MAJER, LUDW., Studien über die Anatomie des Canalis Eustachii. München 1866.
28) MEIER, Ueber das Othaematom. Virch. Arch. Bd. XXXIII. 3. Folge. Bd. III.
29) MOOS, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Hammergriff und Trommelf. Arch. f. Augen- u. Ohrenheilkunde von KNAPP. Bd. I. 1869.
30) NASILOFF, Ueber eine Lymphdrüse in der Schleimhaut der Trommelhöhle. Centralbl. f. medic. Wissenschaft. No. 17. 1869.
31) PAREIDT, De Chondromalacia. Hallis 1864. Dissert. inaug.
32) PAPPENHEIM, Die specielle Gewebelehre des Gehörorg. Breslau 1840.
33) POPPER, Die Gefässe u. Nerven des Trommelfelles. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde. No. 5 u. 6. 1869.
34) POLITZER, Ueber gestielte Gebilde im Mittelohre des menschlichen Gehörorganes. Vorläufige Mittheilg. Wiener medic. Wochenschrift. 20. Nov. 1869.

35) Politzer, Ueber gestielte Gebilde im Mittelohre des menschl. Gehörorg. Arch. f. Ohrenheilkunde von Troeltsch. Bd. V. Hft. III.
36) Prussak, Zur Anatomie des menschl. Trommelf. Arch. f. Ohrenheilkunde v. Troeltsch. Bd. III. Hft. 4.
37) ——, Zur Physiologie u. Anatomie des Blutstromes in der Trommelhöhle. Berichte der Kön. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1868.
38) Rüdinger, Atlas d. menschl. Gehörorg. München 1867.
39) ——, Notizen über die Histologie der Gehörknöchelchen. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde. No. 4. 1869.
40) Shrapnell, On the structure of the membr. tymp. London. med. Gaz. April 1832.
41) Toynbee, Jos. On the structure of the membr. tymp. in the human ear. Philosoph. transact. 1851.
42) ——, On the structure of the ear. London 1853.
43) ——, Beiträge zur Anatomie des menschl. Trommelfells. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. IX. 1858.
44) v. Troeltsch, Die Anatomie des Ohres in ihrer Anwendung auf die Praxis. Würzburg 1861.
45) ——, Lehrbuch der Ohrenheilk. 1868.
46) Voltolini, Die Zerlegung u. Untersuchung des Gehörorgans an der Leiche. Breslau 1862.
47) Wharton, Jones, Organe of hearing in Todd Cyclopaedia of Anat. et Physiol. Vol. 2. 1839.

II.

Die Ohrtrompete.

Von

Professor **Dr. Rüdinger**
in München.

Die Ohrtrompete ist bei den verschiedenen Thieren und dem Menschen nach einem eigenartigen morphologischen Plane, bei formeller Modification ihrer Einzelgebilde, aufgebaut.

So gross auch die Verwandtschaft der einzelnen Theile der Tuba bei den verschiedenen Thieren sich darstellt, treten sie doch durch ihre feinen Formdifferenzen so charakteristisch in die Erscheinung, dass aus dem Querdurchschnitt der Ohrtrompete das Thier, welchem dieselbe entnommen ist, bestimmt werden kann.

Als mechanisch wirkender Apparat mit knorpelig-muskulösen Gebilden steht die Tuba bekanntlich in inniger Beziehung zu physiologischen Zwecken der Paukenhöhle. Neben der Abführung ihres eigenen und des Secretes der gefässreichen Schleimhaut genannter Höhle, kann sie durch den in ihr vorhandenen Mechanismus eine Ventilation der letzteren vermitteln.

Ueber die Fragen, ob die Ohrtrompete auch eine einflussreiche physiologische Rolle bei der Schallleitung in der Paukenhöhle spielt und ob und welche nähere Beziehung sie zur eigenen Stimme hat, geben die vergleichend-morphologischen Studien keinen befriedigenden Aufschluss. Die Beantwortung derselben muss experimentellen Forschungen zur endgiltigen Entscheidung vorbehalten bleiben.

1. Knöcherne und knorpelige Ohrtrompete.

Die knöcherne Ohrtrompete des Menschen stellt eine länglich dreieckige Spalte dar, deren grösster Durchmesser so ziemlich senkrecht fällt. Die nach oben gerichtete Basis des Dreieckes wird abgegrenzt durch jene dünne

Knochenlamelle, welche mitunter vollständig die Tuba von dem rundlid geformten Semicanalis tensoris tympani scheidet. Ist die Knochenlamd breit, so krümmt sie sich vorn etwas nach aufwärts, wodurch das obe Tuba-Ende einen geringeren Durchmesser erlangt und vor dem knöcherne Halbcanal zu stehen kömmt. Da das knöcherne Ende der medialen Tub öffnung an ihrer Vereinigungsstelle mit dem Knorpel zackig und schräg er scheint, so wird sie medianwärts und hinten in grösserer Ausdehnung v Knochensubstanz begrenzt als vorn und lateralwärts, eine Anordnung, welch wie Henle schon erwähnt hat, für das Verständniss der Knorpelanfügung a den Knochen Beachtung verdient.

Macht man an einem mit Vorsicht entkalkten Schläfenbeine, welches i unversehrter Verbindung mit der Ohrtrompete steht, zunächst durch de medialen Abschnitt der Paukenhöhle Querdurchschnitte und wandert m diesen Durchschneidungen nach der Tuba hinab, so dass dieselben recht winkelig auf die Längsaxe der Tuba fallen, reiht dann diese Stücke nebe einander, so können der allmähliche Uebergang der Paukenhöhle in d knöcherne Tuba und die Beziehungen dieser zu der knorpeligen klar über sehen werden, indem jeder Durchschnitt die Controle für den nächstfolgende bildet.

Hiebei ergiebt sich, dass der Tubaknorpel, welcher sich in die gezackte Knochenränder einsenkt, die einfache Verlängerung der Wände der knöcherne Ohrtrompete darstellt, jedoch in der Weise, dass nicht die hyaline Knorpel substanz es ist, welche sich mit dem Knochen vereinigt, sondern ein fibrö knorpeliges Gewebe die Verbindung herstellt. Dasselbe zieht sich in de Knorpel hinein, so dass C. F. Th. Krause hiedurch zu der Annahme verleit wurde, das obere Ende der Tuba sei Faserknorpel. Immerhin muss man zu geben, dass die beiden Gewebsarten an der bezeichneten Stelle nicht scha von einander abgegrenzt erscheinen, indem sich auch die Fibrocartilago basi laris theilweise in den Tubenknorpel hineinzieht.

Was die Form des Knorpels in der Nähe der knöchernen Tuba anlang so stellt derselbe eine rechtwinkelig gebogene Platte dar, mit einem horizon talen und einem dünner werdenden, senkrechten lateralen Abschnitt. An de medialen Seite findet sich noch kein Knorpel, weil die mediale hintere Wan der knöchernen Tuba länger ist als die laterale, und daher an dieser Stell noch von Knochen begrenzt wird, während an der gegenüberstehenden Wan die laterale Knorpelplatte schon auftritt.

Aus den erwähnten Querdurchschnitten geht ferner hervor, dass de Uebergang der knöchernen Ohrtrompete in die knorpelige ein ganz allmählich ist. Erst in einiger Entfernung von der knöchernen Tuba treten Knorpelzelle in dem dichten Fasergewebe auf, anfangs vereinzelt und dann in grössere Anzahl. Der hakenförmig umgebogene Knorpel der menschlichen Ohrtrompete welcher durch die sogenannte Fibrocartilago basilaris an die Schädelbasis be festigt wird, ist ziemlich dick und besteht aus einem gefässlosen Knorpel, de

sich seiner Structur nach, wie KÖLLIKER schon angiebt, an die hyalinen Knorpel anreiht. Die hyaline Grundsubstanz desselben, von wenigen Fasern durchzogen, schliesst inselförmige Gruppen von rundlichen und ovalen Knorpelzellen verschiedener Grösse ein. Die grösseren Zellen besitzen zwei und mehr Kerne, die kleineren nur einen. An seiner Oberfläche werden die Knorpelzellen allmählich kleiner und es tritt hier ein kernhaltiges Bindegewebslager, das Perichondrium darstellend, auf. Zwischen Perichondrium und eigentlicher



Fig. 287. Querdurchschnitt der Ohrtrompete mit ihrer Umgebung. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Lateraler Knorpelhaken. 3 Musc. dilatator tubae. 4 Musc. levator veli palatini. 5 Fibrocartilago basilaris. 6 u. 7 Acinöse Drüsen. 8 Fettlager an der lateralen Wand. 9 Sicherheitsröhre. 10 Hilfsspalte. 11 Falten der Schleimhaut. 12 Lateralwärts angrenzendes Gewebe.

Knorpelsubstanz ist durchaus keine scharfe Grenzmarke vorhanden, sondern die eine Gewebsart geht allmählich in die andere über. An einzelnen Stellen zieht sich dieses Gefässe führende Gewebe mehr oder weniger tief in die Knorpelsubstanz hinein, so dass dasselbe auf dem Querdurchschnitt inselförmige Gruppen bildet, welche beim Rinde kleine acinöse Drüschen einschliessen. An dem lateralen stumpfen Ende des Knorpelhakens tritt die Faserlage auch stärker entwickelt auf, als an anderen Stellen, was theilweise erzeugt wird durch die Anheftung der Sehne des Musc. dilatator tubae.

Bei den Quadrumanen sowohl, als auch bei den Volitantia ist der Knorpel der Ohrtrompete einem hyalinen noch viel ähnlicher als bei dem Menschen, da die faserige Substanz, besonders bei den Fledermäusen, ganz in den Hintergrund tritt und die hyaline Knorpelsubstanz mit ziemlich grossen

[illegible] dass der Ureter ... [illegible] ... Anordnung ... [illegible] ... Muskeln ... [illegible] ... Eingeweiden ... [illegible]

[illegible]

[illegible] Abschnitt.

[illegible] ... dass die Benennu[illegible] ... Tuba ... Undeutlichkeit leide. Nur [illegible] ... die doch keineswegs nur [illegible] ... derselben in ihrer ganzen [illegible] ... Muskeln in Verb[illegible] ... des Ausdruckes [illegible] ... der Gegensatz zu dem vom Knorpel [illegible] ... dieselbe ohne wesentlichen Nacht[illegible] ... gegensätzlichen Abschnitte besonders bei der [illegible] ... Thiere dadurch gut bezeichnet werden. Indessen, we[illegible] man auch im Allgemeinen nicht abgeneigt ist, es in Bezug auf Benenn[illegible] ängstlich genau zu nehmen, so dürfte doch für den Menschen und viele Thi[illegible] zweckmässig sein, die bisherige Bezeichnung aufzugeben und den fraglic[illegible] Abschnitt der Tuba den »musculösen« zu nennen.

Ich weiss recht wohl, dass man es hier mit Muskeln zu thun hat, wel[illegible] der Tuba nicht allein angehören, und dass man durch diese Bezeichnu[illegible] nicht die morphologische Beschaffenheit des fraglichen Tubenabschnittes [illegible] allen Beziehungen ausdrückt. Es spricht aber kein absolutes Gebot daf[illegible] dass immer diese Beschaffenheit die Grundlage der Benennung sein mü[illegible] und nach Lage der Sache scheint mir in der That nichts übrig zu bleiben, [illegible]

die Bezeichnung jenes Abschnittes von den Muskeln herzunehmen, welche in morphologisch und physiologisch so sehr inniger Beziehung zu demselben stehen.

Da ich somit die Gewebslage zwischen den Muskeln und der Schleimhaut als Submucosa auffasse, so haben wir in histologischer Beziehung an dem muskulösen Abschnitt nur wenige Punkte zu erwähnen. Will man die Beziehungen des willkürlichen Musc. dilatator tubae zu dem Knorpel vollständig übersehen, so muss man Querdurchschnitte durch die Tuba mit ihrer knöchernen entkalkten Umgebung ausführen und zwar so, dass die Schnitte mit den Muskelfasern parallel laufen. An diesen Schnitten, die etwas dick sein dürfen, erkennt man unzweideutig, dass der Musc. dilatator tubae in der ganzen Länge der Ohrtrompete das stumpfe Ende der lateralen Knorpelplatte zum alleinigen Ansatz hat (siehe Fig. 287). Seine platte Sehne, welche an der menschlichen Tuba die Submucosa begrenzt, nimmt an der äusseren Seite die quergestreiften Muskelfasern auf, und indem sie nach aufwärts steigt, fliesst sie mit dem Perichondrium des Hakenendes zusammen. Für die menschliche Tuba unterliegt es keinem Zweifel, dass der Dilatator tubae keinen directen Uebergang in die Schleimhaut zeigt. Selbst in jenen Fällen, wo es den Anschein hat, als stehe der Muskel in der Nähe des Knorpels mit der Schleimhaut in Zusammenhang, ergeben die Durchschnitte, dass ein isolirtes Knorpelstückchen durch derbes Gewebe mit der Hakenspitze in Verbindung steht.

Dass nach aufwärts ein directer Uebergang des Musc. dilatator tubae in den Tensor tympani statt hat, wie v. Tröltsch und L. Mayer angaben, kann ich nicht nur für die Sehnen beider Muskeln, sondern auch für quergestreifte Muskelfasern an Querdurchschnitten und Flächenansichten bestätigen. Was den muskulösen Theil der Tuba bei den Affen anlangt, so ist derselbe stark entwickelt, besonders gilt dies für den Musc. dilatator tubae, welcher sich nur an dem stumpfen Ende der lateralen Knorpelplatte befestigt. Ich habe auch die Knochen des Affenkopfes entkalkt und durch die Tuben und ihre Umgebung Querdurchschnitte gemacht und gefunden, dass der Musc. dilatator tubae die Grenze des lateralen Knorpels nicht überschreitet. In gleicher Beziehung steht der Muskel zu dem Knorpel bei dem Schwein, dem Pferde, Hirsch, Reh u. s. w.; eine Ausnahme von dieser Anordnung machen jene Thiere, bei denen an der lateralen Seite der Ohrtrompete kein Knorpel existirt, so bei dem Murmelthier, Hunde, Marder, der Lutra und Katze. Bei diesen Thieren steht der Dilatator tubae mit dem dichten submucösen Gewebe in directem Zusammenhang. Für das Pferd muss noch hervorgehoben werden, dass zwei willkürliche Muskeln, der sogenannte Levator und Tensor palatini in den lateralen Theil des Knorpels übergehen. [1])

Der Musc. levator veli palatini hat eine eigenthümliche topographische Beziehung zur Ohrtrompete, indem er am Boden der Tubaspalte, dicht an die Schleimhaut angrenzend, bis zur Pars petrosa emporsteigt, und

1) S. Rüdinger, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Ohrtrompete.

hier sich nicht nur an den Knochen, sondern auch mit einigen Fasern an d verdickte Submucosa der Schleimhaut festheftet.

An der Ohrtrompete des Hirsches befindet sich ein besonderer qu gestreifter Muskel, welcher an der medialen Seite der Ohrtrompete an bracht ist. Beim Damhirsch ist er stark entwickelt. Seine einzelnen Bünd gelangen, von Fett umgeben, zur medialen Schleimhaut und gehen mit de selben eine innige Verbindung ein, indem seine Sehne in die Faserlage d Submucosa sich direct fortsetzt. Er ist zur Fixirung der knorpelfreien Schlei haut bestimmt, und ich habe ihn Dilatator tubae medialis genannt.[1]

3. Die Schleimhaut.

Die Schleimhaut der knöchernen Ohrtrompete, welche sich in d unebenen Knochenflächen verschieden tief einsenkt, schwankt in ihrem Durc messer zwischen 0,080 — 0,112 Mm. An Querdurchschnitten durch d knöcherne Tuba lässt sich keine Grenze zwischen dem Periost und d Schleimhaut nachweisen. Mit der Knochensubstanz steht ein feinfaserig kernführendes Bindegewebe in innigem Zusammenhang, und von ihm a gehen Fortsätze in das Innere des Knochens hinein. In geringer Entfernu von dem Knochen wird die Bindesubstanz etwas lockerer und schliesst e grobmaschiges Gefässnetz ein, welches sich aber nicht nur in der Schleimhau sondern auch in der Knochensubstanz verbreitet. Dasselbe erreicht eine be deutende Mächtigkeit in der Umgebung d vorspringenden Knochenleisten und an de Boden der knöchernen Ohrtrompete, w mehr oder weniger grössere Gefässstämm chen, die theilweise nach der knorpelig Tuba sich begeben, auf dem Querschni getroffen werden. An einigen Stellen rei sich der lockeren Submucosa die Basal membran mit ihrem Flimmerepithel a An anderen Stellen der Schleimhaut, a häufigsten unter der Knochenlamelle, welc die Ohrtrompete vom Semicanalis tensor tympani scheidet, treten in einem fein fäserigen Reticulum Lymphkörperchen dic gedrängt auf und wir haben hier jene Ge webslage vor uns, welche im Pharynx un im Darmcanal als conglobirte Drüsensubstanz beschrieben worden ist. Si bildet eine Schichte, welche in ihrem Durchmesser zwischen 0,040—0,056 Mm schwankt; an sie reiht sich erst die Basalmembran mit dem Flimmerepith an (siehe Fig. 288). Dieses hat einen Durchmesser von 0,028 Mm.



Fig. 288. Querschnitt an der knöchernen Ohrtrompete. 1 Mehrschichtiges Flimmerepithel. 2 Conglobirte Drüsensubstanz. 3 Beinhaut. 4 Knochen. $^{184}/_{1}$.

1) S. Rüdinger, a. a. O. Fig. 42 und 43.

Noch sind die blassen, dünnwandigen Gefässe zu erwähnen, welche die Submucosa netzartig durchziehen und an Querdurchschnitten injicirter Präparate durchaus keine Injectionsmasse enthalten, wodurch man veranlasst wird, dieselben als Lymphgefässe anzusehen. Alle übrigen grösseren Lücken und Spalten, welche mit einander in der Submucosa communiciren, erscheinen an den genannten Präparaten als blutführende Gefässe. An dem Boden der knöchernen Ohrtrompete treten, wie ich bei einer anderen Gelegenheit schon beschrieben habe, zierlich geformte Falten von verschiedener Grösse auf, welche sich auf dem Querdurchschnitt als zottenförmige Vorsprünge repräsentiren.

In dem knorpeligen Abschnitt der Ohrtrompete zeigt sich die Schleimhaut und der von ihr umschlossene Binnenraum in manchen Beziehungen abweichend von der beschriebenen knöchernen, indem in derselben acinöse Schleimdrüsen und eigenthümliche Faltenbildungen auftreten, welche zu dem Tubenmechanismus in inniger Beziehung stehen.

Beim erwachsenen Menschen habe ich zwei Abtheilungen in der Tubaspalte unterschieden. Den halbcylindrischen Raum unter dem Knorpelhaken



Fig. 289. Querschnitt der menschlichen Ohrtrompete im oberen Drittel. 1 Medialer Knorpel. 2 Lateraler Knorpelhaken. 3 Perichondrium. 4 Submucosa. 5 Ansatz des Dilatator tubae. 6 Sicherheitsröhre. 7 Lateraler Schleimhautvorsprung. 8 Medialer Schleimhautvorsprung. 9 Hilfsspalte. $^{184}/_{1}$.

habe ich »Sicherheitsröhre« und die sich daran schliessende Spalte »Hilfsspalte« genannt. Diese beiden Bezeichnungen dürften wohl am besten ihre physiologische Bedeutung ausdrücken. Beide Abtheilungen wer-

den durch die Configuration des Knorpels erzeugt und durch Schleim-
vorsprünge von einander abgegrenzt. Während nämlich an der Concavität de
Hakens sich die Schleimhaut in der Hauptsache verhält wie in allen pn
matischen Canälen, d. h. fest an die Umgebung angeheftet und nur an ga
bestimmten Stellen gefaltet ist, werden an jenem Abschnitt, wo die Hilfsspal
beginnt, faltige Vorsprünge zwischen ihr und der Sicherheitsröhre erzeu
welche in Grösse und Form individuell verschieden sind. In der Mehrzahl de



Fig. 290. Querschnitt der menschlichen Ohrtrompete aus dem oberen Drittel. 1, 2 Knorp
3 Musc. dilatator tubae. 4 Laterale Submucosa. 5 Medialer Schleimhautvorsprung m
seinen Gefässen. 6 Lateraler Schleimhautvorsprung mit seinen Gefässen. 7 Starkes Gef
am Dach der Tuba. 8 Sicherheitsröhre mit der Schleimhaut. 9 Hilfsspalte. $^{184}/_{1}$.

Fälle ist die lateralwärts angebrachte Falte stärker als die mediale; man be
obachtet jedoch auch die entgegengesetzte Anordnung; und soweit die
Faltenbildung sich vorfindet, ist die Sicherheitsröhre nicht verschluss
fähig. Sie wird diess erst an jener Stelle, wo die Krümmung des Hake
enger wird und die Schleimhaut mit dem Knorpel nicht mehr so innig in Ve
bindung steht. Diese Stelle befindet sich etwa in der Mitte der Ohrtrompete
hier hat die Schleimhaut eine leicht wellenförmige Anordnung, wie sie
Fig. 291 dargestellt ist. Die Configuration des Knorpels giebt hier die Möglich
keit, dass die Schleimhautflächen sich ohne irgend eine Vorrichtung an einan
der legen können und zwar dann, wenn die beiden Knorpelplatten in Folg
ihrer elastischen Eigenschaft bei Erschlaffung der Muskeln einander näh
treten. Wenn sich in den mittleren Abtheilungen bei starker Vergrösserun

e Spalte zeigt, so muss in dieser Hinsicht bemerkt werden, dass diese ltenbildung wohl zu unterscheiden ist von den ovalen oder halbcylin- schen Oeffnungen, welche an Durchschnitten am oberen Drittel unter dem orpelhaken auftreten.

Die Sicherheitsröhre findet sich sehr schön ausgesprochen bei dem zengeschlecht, dem Pferde, Reh, Schaf, der Ziege, dem Kalb, Rind, Ka- chen und Hasen; dagegen wird sie in der beschriebenen Form vermisst den Affen, dem Murmelthier, Hund, Marder, Schwein und der Fischotter.

Bei dem Schaf, Hirsch, der Ziege und dem Kalbe tritt an der Concavität Knorpels eine zierliche Faltenbildung auf, welche ich schon in den ren 1867 und 1868 beschrieben habe; sie ist aber nicht auf die ganze



291. Querschnitt der menschlichen Ohrtrompete aus dem mittleren Drittel. 1, 2 Knorpel. lusc. dilatator tubae. 4 Gefaltete Schleimhaut unter dem Knorpelhaken. 5 Schwache Schleimhautfalten der Hilfsspalte. 6 Submucosa.

ge der Tuba ausgedehnt, sondern nur auf ihren obern Abschnitt beschränkt. Falten reihen sich in grösserer Zahl aneinander beim Schaf, der Ziege und n Kalbe, während sie bei dem Rinde zu einem einfachen Vorsprung sich einigt haben.

Der grösste Vorsprung misst bei dem Kalbe von der Basis bis zur Spitze 42 — 0,064 Mm. und beim Ochsen 0,080 — 0,096 Mm. Aus diesen ssverhältnissen geht hervor, dass es sich nur um Grössendifferenz ein d desselben Gebildes bei verschiedenem Alter handelt, und es ist höchst

wahrscheinlich, dass die Faltenbildung an der Concavität des Knorpels den Zweck hat, seine Beweglichkeit zu ermöglichen. Man darf übrigens wohl annehmen, dass dieselbe während des Lebens nie jene Grösse erreicht, wie man sie nach dem Tode findet.

Längs der Hilfsspalte, wo sich die Schleimhautflächen bei Nicht-Action des Muskels berühren, treten am Pharynxabschnitt der Ohrtrompete zahlreiche regelwidrige Falten auf, welche schon von Huschke und F. Arnold für



Fig. 292. Querschnitt der knorpeligen Ohrtrompete des Ochsen. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Medialwärts gerichteter langer Fortsatz. 3 Hakenförmig umgebogener Knorpel. 4 Laterales Knorpelende. 5 Musc. dilatator tubae. 6 Sicherheitsröhre mit der Schleimhautfalte. 7 Erweiterte Stelle der Ohrtrompete am Anfang der Hilfsspalte. 8 Hilfsspalte. $^{180}/_{1}$.

den Menschen beschrieben wurden. Dieselben stehen ebenfalls zu dem Tubenmechanismus in Beziehung, indem sie sich vorwiegend an jener Stelle befinden, wo die mediale Knorpellamelle den höchsten Grad der Beweglichkeit erlangt. Sie kommen mit Modificationen bei der Mehrzahl der untersuchten Thiere vor und erreichen den höchsten Grad ihrer Ausbildung in der Tube des Murmelthieres und der Fischotter, bei welchen nur eine einfach gekrümmte Spalte ohne Sicherheitsröhre zugegen ist.

Eine eigenthümliche Bildung zeigt die Ohrtrompete der Fledermäuse und des Pferdes, indem nämlich die Schleimhaut eine lateralwärts gestellte Aussackung, welche als offenstehender Luftsack von Muskeln und Drüsen umgeben ist, bildet (s. Fig. 294).

Dieser Sack hat bei der Fledermaus eine länglich viereckige Gestalt,

welche erzeugt wird durch die aussen mit ihm in Verbindung stehenden Drüsen und Muskeln.

Bei dem Pferde ist die weite Sicherheitsröhre durch einen stark entwickelten Schleimhautvorsprung von der Hilfsspalte geschieden. Letztere setzt sich in den Luftsack fort. Dieser erstreckt sich fast auf die ganze Länge der Tuba und die Luftsäcke beider Ohrtrompeten erreichen sich in der Mittellinie vor der Wirbelsäule und grenzen bis zur Basis des Schädels und zu den Querfortsätzen der beiden ersten Halswirbel hinauf.

Das histologische Verhalten der Schleimhaut ist folgendes: Ihre Innenfläche ist allseitig von einem mehrschichtigen Flimmerepithel besetzt, welches einen Durchmesser von 0,020 Mm. im Mittel hat. In demselben lassen sich



Fig. 293. Schleimhaut mit den angrenzenden Drüsen und Falten aus der Hilfsspalte vom Menschen. 1 Stark entwickelte Schleimhautfalten mit einer auf die Epithelschichte folgenden Faserlage, welche viele Kerne einschliesst. 2 Submucöses Faserlager. 3 Acinöse Drüsen. 4 Deren Ausführungsgänge mit einem Uebergangsepithel. 5 Flimmerepithel an der lateralen Wand.

sowohl in der knöchernen, als auch in der knorpeligen Ohrtrompete zweierlei Zellenformen unterscheiden. Die an der freien Oberfläche dicht neben einander stehenden sind, da wo sie die Flimmerhaare tragen, breit und setzen sich mit einem dünner werdenden Ende in die tiefe Zellenschicht hinein fort. Die

Zellen dieser Schicht sitzen breit auf der Basalmembran und schicken ih verjüngten Enden zwischen die oberflächliche Lage hinein. Die Kerne de ersteren sind länglich, die der letzteren mehr rundlich geformt und zeig sich kleiner und viel stärker imbibirt als jene. F. E. Schulze hat in dem Epith der Ohrtrompete auch Becherzellen beschrieben, und wenn ich meine feinste Durchschnitte bezüglich dieser Zellen prüfe, so nehme ich zwischen de Cylinderzellen in bestimmten Abständen von einander, ziemlich breite Lücke wahr, in denen Anordnungen sich vorfinden, die annähernd übereinstimme



Fig. 294. Querdurchschnitt der Ohrtrompete vom Vespertilio murinus. 1 Mediale Knorp platte. 2 Dünner werdender Haken. 3 Laterales Hakenende. 4 Oval gestaltete Sicherhei röhre. 5 Hilfsspalte. 6 Länglich viereckiger Luftsack. 7 Musc. levator veli palat 8 Starkes Drüsenlager. 9 Drüsenausführungsgang.

mit dem, was man als Becherzellen beschreibt und abbildet. Auf das Epit und die Basalmembran folgt eine mit zahlreichen Kernen durchsetzte Fase lage, welche in der knöchernen und der knorpeligen Tuba eine verschiede Beschaffenheit darbietet. Das Bindegewebslager entsprechend der knorpelig Ohrtrompete wechselt mit der Drüsenschichte ab; ist die Drüsensubstanz st entwickelt, wie in der Umgebung der Tubaspalte, so tritt die Faserla zurück; und fehlen die Drüsen gänzlich, wie in der Sicherheitsröhre, herrscht letztere vor. Ein verfilztes, dickes Bindegewebe von bedeutend Mächtigkeit erscheint oben in der knöchernen Tuba unter dem lateralen Th des Knorpels und es sind hier die Sehnenfasern des Musc. dilatator tubae m dieser Faserlage theilweise verwebt. An dieser Stelle ist auch an dem Bod

r Tubaspalte ein dichtes Bindegewebe vorhanden, welches theilweise durch
e Sehnenfasern des Musc. levator veli palatini erzeugt wird. Man darf
gen, dass hier das obere Ende der Ohrtrompete, neben dem schon be-
hriebenen Knochen und dem rechtwinkelig geformten Knorpel, durch das
chte Gewebe eine starre Umrahmung erhält, auf welche die Muskeln einen
hr geringen Einfluss auszuüben vermögen. Rückt man mit den Querdurch-
hnitten weiter nach abwärts, so tritt eine scharfe Grenze zwischen der
itten Sehne des Dilatator tubae und dem submucösen Bindegewebe auf,
id noch tiefer nimmt ein Fettlager dessen Stelle ein.

Die Schleimdrüsen fehlen vollständig in der Umgebung der Sicherheits-
hre in der ganzen Länge der Ohrtrompete. An dem mittleren Abschnitt der



z. 295. Knorpel in Verbindung mit der Schleimhaut von der Sicherheitsröhre dargestellt. Flimmerepithel. 2 Submucosa. 3 Dichtes Faserlager. 4 Perichondrium. 5 Knorpelzellen mit kleinen länglichen Kernen. 6 Fasergruppen mit Knorpelzellen. $^{170}/_{1}$.

ıbaspalte bilden die acinösen Drüsen eine nach abwärts dicker werdende
hichte zwischen der medialen Knorpelplatte und der hier angrenzenden
hleimhaut. Auch an der lateralen Seite treten die Drüsenbläschen zwischen
m Dilatator tubae und dem Epithel auf und reichen an einzelnen Stellen
s zur stumpfen Spitze des lateralen Knorpels hinauf. Die Schleimdrüsen
eichen in ihrem Bau von denen des Pharynx und Oesophagus nicht ab; die

einzelnen Acini sammeln sich zu grösseren, deren ziemlich weite Ausführungs-
gänge an verschiedenen Stellen der Tuba münden. Das Epithel der Gänge
stellt eine Uebergangsform zwischen dem Epithel der Schleimhaut und dem
der Drüsenbläschen dar. Die einzelnen rundlich oder auch länglich geformten
Acini sind von keilförmigen Epithelzellen ausgefüllt, welche nur ein kleines
Lumen im Centrum übrig lassen.

Bei den verschiedenen Thierclassen zeigen die acinösen Schleimdrüsen
bezüglich ihrer Grösse und Zahl sehr grosse Variation. Während sie bei
den Affen, Fledermäusen, dem Murmelthier, Schaf und der Ziege mächtige
Lager entweder nur auf bestimmte Stellen beschränkt, oder in der ganzen
Umgebung der Tubaspalte an der centralen und medialen Seite bilden, er-
scheinen sie bei allen übrigen von mir untersuchten Thieren auf eine dünne
Schichte in der Submucosa reducirt. Histologisch kann ich nur eine Differenz
bezüglich der Grösse der Bläschen erkennen.

4. Nerven.

In den Nerven der Schleimdrüsen der menschlichen Ohrtrompete habe
ich schon früher Gruppen von Ganglienzellen beschrieben. Die aus doppelt
contourirten Fasern bestehenden Nervenbündel, welche aus dem Plexus tym-
panicus und dem Plexus pharyngeus abstammen, bilden ein gröberes Netz,
welches an jenen Stellen, wo die Bündel zusammentreffen, von Ganglienzellen
in verschiedener Zahl durchsetzt wird. Man erkennt Ganglienzellen von
wechselnder Grösse, deren Fortsätze mit den Primitivfasern in Zusammenhang
stehen. Diese Ganglien stimmen überein mit jenen, welche in den Zweigen
des Plexus promontorii sich vorfinden (E. Bischoff), und da die Nerven der
Ohrtrompete wesentlich von dem genannten Plexus ihre Zweige erhalten, die
auch sympathische Nerven führen, so kann wohl die morphologische Be-
ziehung zu dem Paukengeflecht (W. Krause) nicht geleugnet werden, obschon
ihre mögliche functionelle Bedeutung für die Schleimdrüsen hiebei nicht aus-
geschlossen bleibt.

5. Gefässe.

Die Gefässe der Ohrtrompete stammen aus zwei verschiedenen Quellen,
nämlich aus den Gefässen der Paukenhöhle und denen der Pharynxwand.
Die letzteren zeigen in ihrer Anordnung nichts Eigenthümliches, sondern
stimmen in ihrem Verhalten mit den Capillaren des Pharynx überein.

Die ersteren dagegen verlaufen zunächst als grössere arterielle Stämmchen
in der Längsrichtung der Tuba, sowohl an ihrem Boden, als auch an der
Sicherheitsröhre und erscheinen an Querdurchschnitten stets auf bestimmte
Stellen beschränkt. So werden in den Schleimhautvorsprüngen, welche
zwischen der Sicherheitsröhre und der Hilfsspalte vorhanden sind, zwei ver-
schieden starke Gefässe sichtbar, von denen das eine an der lateralen, das
andere an der medialen Seite capillare Netze erzeugt, die mit dem Netz der

dritten in der Mitte der Sicherheitsröhre nicht anastomosiren (s. Fig. 290). Dieses dritte Gefäss bildet in der Submucosa ein in sich abgeschlossenes Capillarnetz, welches sich nur auf eine bestimmte Breite des Tubadaches erstreckt.

Literatur.

HUSCHKE, S. SÖMMERING, Vom Baue des menschlichen Körpers.
ARNOLD, F., Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1847.
KRAUSE, C. F. Th., Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1842.
PAPPENHEIM, Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes. Breslau 1840.
HENLE, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1866.
KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre
v. TRÖLTSCH, Archiv für Ohrenheilkunde, 1864. S. 16—21.
L. MAYER, Studien über die Anatomie des Canalis Eustachii. München 1866.
E. BISCHOFF, Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven. Gekrönte Preisschrift. München 1865.
W. KRAUSE, Ueber den Petrosus superficialis major, Zeitschr. f. w. M., von HENLE und PFEUFER.
RÜDINGER, Ein Beitrag zur Anatomie und Histologie der Tuba Eustachii. München 1865.
RÜDINGER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrompete. München 1870.

III.

Das häutige Labyrinth.

Von

Professor **Dr. Rüdinger**
in München.

1. Topographisch-histologisches.

Das häutige Labyrinth, über dessen bis jetzt angenommene physiologi
Bedeutung für das Hören auf Grund experimenteller Beobachtungen Bedenk
laut werden, muss zur Zeit noch als integrirender Theil des inneren Ohr
als Träger akustischer Perceptionsapparate, betrachtet werden. Sein top
graphisch-histologisches Verhalten zeigt sich bei den verschiedenen Thie
klassen in mehrfachen Beziehungen variirend. Während bei vielen wirb
losen Thieren, so bei den Weichthieren und Krebsen, meistens an d
Nervencentrum oder an einem Aestchen desselben als Repräsentant des Lab
rinthes ein bläschenförmiges Gebilde (bei den Achetiden und Locustiden
Insekten nahe an dem Kniegelenke und bei den Acrididen über dem Urspr
des letzten Fusspaares) angebracht ist, findet sich bei fast allen Wirbelthie
das häutige Labyrinth, als die eine Abtheilung des acustischen Ap
rates, mehr oder weniger vollständig in eine knorpelige oder knöcherne Kap
deren verkleinerten Ausguss es darstellt, eingeschlossen. Das lange Säckc
mit seinen Ampullen und Bogengängen, sowie das runde Säckchen steh
mit der knöchernen oder knorpeligen Kapsel in direkter B
rührung, und sind nicht, wie man bisher irrigerweise annahm, allse
von Flüssigkeit (der Perilymphe) umspült.

Diese Lagerungsverhältnisse des Labyrinthes werden schon bei Embr
nen erkannt. [1]) Hier ergibt ein Querschnitt durch das Felsenbein aus v

[1]) Kölliker hat zuerst eine Abbildung über dieses Verhältniss des Bogenganges b
Foetus in seiner Entwicklungsgeschichte gegeben.

schiedenen Entwicklungsstadien, dass der Binnenraum des Vorhofes und der Bogengänge mit einem Gallertgewebe erfüllt ist, welches an der knorpeligen



Fig. 296. Häutige Labyrinthe der Wirbelthiere. *A* Vom Menschen. *B* Vom Kalb. *C* Vom Hecht. *D* Von Vultur fulvus. *E* Von Rana esculenta. 1. Can. semicirc horizontalis. 2. C. s. superior. 3. C. s. posterior. 4. Canal. communis. 5. Ampullenartige Endmündung des Canalis s. horizontalis. 6 Utriculus. 7. Sacculus rotundus.

Wand sich zuerst verdichtet und dass mit dieser etwas dichteren Faserlage die Labyrinththeile in Zusammenhang stehen. Die sich hier entwickelnden Gefässe durchziehen das Gallertgewebe in der Art, dass die grösseren Zweige, welche auf dem Querschnitt erscheinen, entsprechend der Längsaxe eines Bogenganges, die Zweige zweiter Ordnung aber mehr in querer oder schräger Richtung verlaufen. Von den beiden grösseren Gefässen (s. Fig. 297), welche stets in einiger Entfernung von einander liegen, halte ich das engere für die Arterie und das weitere für die Vene. Wenn nun nach der regressiven Metamorphose des Gallertgewebes die Hohlräume



Fig. 297. Querschnitt des knorpeligen und häutigen Bogenganges vom Foetus. 1. Knorpeliger Bogengang. 2. Gallertgewebe, welches den Raum vollständig ausfüllt. 3. Vene. 4. Arterie. 5. Wandständige Lage des häutigen Bogenganges.

entstanden sind, so erscheinen das Periost und das Bindegewebe mit sein Kernen, welches die den Hohlraum durchziehenden Gefässe umgibt, als sei schliesslichen Bildungsprodukte.

Bei dem erwachsenen Menschen stellt die das knöcherne Labyrint auskleidende Beinhaut eine mässig dicke Bindegewebslage dar, welch untermischt ist mit feinen, elastischen Fasern. Sie sowohl, als auch die dar eingeschlossenen Gefässe stehen mit jenen des Knochens in Zusammenhang so dass ihre Loslösung vom Knochen ziemlich schwierig ist. Die Innenfläch der Beinhaut erscheint in den Bogengängen uneben. Ihr Gewebe ist m ziemlich grossen Kernen durchsetzt, welche in der Nähe der freien Fläch zahlreicher und in weniger regelloser Anordnung als in der Nähe des Knochen auftreten. Sie bilden an Objekten, welche in Chromsäure oder chromsaurem Ammoniak gehärtet wurden, mitunter regelmässige Reihen, so dass dieselbe in mancher Beziehung die Charaktere eines Pflasterepithels an sich zu trage scheinen. Nach wiederholten Prüfungen an gut erhärteten Objekten glaub ich mich jedoch in neuester Zeit überzeugt zu haben, dass man es hier, w Henle und Hasse schon mittheilten, mit keinem Epithel, sondern nur mit zahl reichen Kernen des Periostes zu thun hat. Henle findet das Periost des Laby rinthes übereinstimmend mit der Subarachnoidea und, was die Pigmentzell anlangt, so ist die Zahl derselben sehr gering. Die von Kölliker und Hen erwähnten Kalkkörperchen in dem Periost werden bei einzelnen Individu vermisst, während dieselben bei andern in reichlicher Menge gefund werden.

Dass an bestimmten Stellen des Periostes nicht nur die beiden Säckch in dem Vorhofe, sondern auch die häutigen Bogengänge innig anliegen, wi schon erkannt, wenn man das Labyrinth mit Hilfe des Meissels frei zu leg sucht. Eine klare Einsicht in die gegenseitigen histologischen Beziehung des knöchernen und des häutigen Labyrinthes wird aber erst gewonne wenn man Querschnitte durch in Chromsäure entkalkte Schläfenbeine mach

Bezüglich der Säckchen kann hervorgehoben werden, dass der Utricul dem Knochen der medialen Vorhofswand inniger anliegt, als das runde Säc chen; dieses wird, wie schon Odenius mitgetheilt hat, durch eine ziemli breite, lockere Bindegewebslage, welche die durchlaufenden Nervenfase und Gefässe umgibt, von dem Recessus haemisphaericus getrennt. I beiden Säckchen nehmen etwa zwei Drittel des Vorhofraumes ein. I Utriculus geht weiter lateralwärts als der Sacculus rotundus, aber keiner v beiden berührt die laterale Vorhofswand mit der Fussplatte des Steigebüge — Anordnungen, die ich schon im Jahre 1866 beschrieben habe. [1])

Die häutigen Bogengänge sind an der convexen Seite der knöchernen Gän durch ziemlich starke Bindegewebszüge, die ich Ligamenta labyrinthi c nalicul orum et sacculorum nennen will, an dem Perioste angeheftet. I

1) Aerztliches Intelligenzblatt, Juni.

wo der häutige Kanal am Knochen anliegt, ist die Beinhaut schwach entwickelt; in den Winkeln dagegen, wo derselbe sich vom Knochen wegwendet, gehen verstärkte kernetührende Bindegewebsbündel von dem Periost zur äusseren Faserlage des häutigen Bogenganges, und diese Ligamenta labyrinthi canaliculorum stellen die wesentlichsten Fixirungsmittel der Bogengänge dar. Mitunter sind es zwei und mehr Züge, welche verschieden geformte Lücken zwischen sich einschliessen. Diese Lücken erscheinen als die Querschnitte kleiner Kanälchen, welche in den Bändern dem grossen häutigen Kanal entlang verlaufen. Sie werden selbst noch in der Nähe der Ampullen wahrgenommen, aber ich glaube nicht, dass ihnen eine besondere morphologische oder physiologische Bedeutung beizulegen ist. Auch an den Säckchen und Ampullen sind diese Bänder oder vielmehr Fixirungsmittel schwach entwickelt in jenen Winkeln vorhanden, wo die Säckchen sich vom Knochen wegwenden. Constant werden auch Gefässe in den Bändern auf dem Querschnitte getroffen.



Fig. 298. Langes und rundes Säckchen nach einer Camera-lucida-Zeichnung. 1. Utriculus. 2. Sacculus rotundus. 3. Macula acustica. 4. Ampullen. 5. Canalis communis.

Die in dem freien Raum eines Bogenganges ziemlich straff ausgespannten feinfaserigen Bindegewebsbündel (Fig. 299), welche mit der Beinhaut einerseits und der freien Labyrinthwand andererseits in Zusammenhang stehen, sind wesentlich als Träger der Gefässe, aber auch als Fixirungsmittel der freien Wand des häutigen Bogenganges zu betrachten. Sie durchschneiden meist die Längsaxe des Bogenganges rechtwinkelig, schicken Nebenäste zum Periost und heften sich mit breiter werdenden Enden an den verschiedensten Stellen fest. In ganz ähnlicher Weise sind die beiden Säckchen angeheftet, nur mit dem Unterschiede, dass das feinfaserige Bindegewebe (die Ligamenta labyrinthi sacculorum) in jenen Winkeln, wo die Säckchen sich vom Knochen wegbegeben, viel schwächer entwickelt auftritt. Bei den Affen und den übrigen Säugethieren erscheint das Labyrinth, welches im Ganzen sehr dünnwandig ist, ebenso fixirt, wie bei dem Menschen. Die Verbindung mit dem

Periost und die in zartes Gewebe eingehüllten Gefässe zeigen sich nur de verschieden, dass die Ligamenta labyrinthi canaliculorum weniger scharf be-



Fig. 299. Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges vom Menschen. 1. Kn cherne Wand. 2. Bindegewebsbündel mit den in ihnen eingeschlossenen Gefässen. 3. Ve einigung der Fäden mit der Beinhaut. 4. Häutiger Bogengang mit seinen drei Schich 5. Ligamenta canaliculorum mit ihren Lücken. 6. Vereinigungsstelle des häutigen Bog ganges mit der Beinhaut.

grenzt auftreten. Bei de Ratte ist der knöcherne Ka nal mit netzförmigen Binde gewebszügen und einge streuten Pigmentzellen voll ständig durchzogen und wir fast zur Hälfte von dem häu tigen, excentrisch liegende Kanälchen ausgefüllt, so das hier ein ganz anderes Grö ssenverhältniss zwischen dem knöchernen und häuti gen Bogengang gegeben ist als beim Menschen. Die bei den Säckchen in dem Vor hofe ergeben bezüglich ihre Anheftungsweise keinen Unterschied.



Fig. 300. Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges der Ratte. 1. Knöcherner Bogengang. 2. Netzförmig angeordnetes Fasergewebe. 3. Wandständige Lage des häutigen Bogenganges. 4. Bindegewebskörperchen. 5. Pigmentzellen.

In den knöchernen Bogengängen der Vögel ist die Lagerung des Utriculus und die der häutigen Halbcirkelgänge nach Hasse's und meinen Beobachtungen auch eine excentrische. Die häutigen Ampullen dagegen erscheinen gewissermassen als Ausgüsse der knöchernen, so dass sie in ihrem ganzen Umfange das Periost des Knochens berühren. Die häutigen Gänge liegen der Beinhaut entsprechend der convexen Seite der knöchernen Gänge an, erscheinen aber nicht in der Art in das Periost eingegraben, wie ich es oben für den Menschen beschrieben habe. Ihre freie Wand wird durch ein feines Netzwerk mit dem Periost vereinigt, und bei der Ratte sowohl, als auch ganz besonders bei den Vögeln, Fischen und den kurzgeschwänzten Batrachiern kann man die Ueberzeugung gewinnen, dass jener Raum, welcher die freie Fläche der häutigen Bogengänge und den Utriculus begrenzt, von keiner epitheltragenden Serosa eingeschlossen wird.



Fig. 301. Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges von der Gans. 1. Knöcherner oberer Bogengang. 2. Verbindungsfasern zwischen Periost und häutigem Bogengang. 3. Häutiger Bogengang mit dem Epithel an der Innenfläche. 4. Anlagerung der dünnen Stelle des häutigen Bogenganges an das Periost.

Auch bei den Fischen wird der häutige Bogengang an die feste Kanalwand angeheftet. Der verhältnissmässig weite knorpelige oder knöcherne Gang ist hier theilweise durch ein Netzwerk breiter Faserzüge ausgefüllt, welche ein von Schleim erfülltes Lückensystem umschliessen. Der übrig bleibende Raum enthält den häutigen Gang, welcher lose an der Wand anhaftet, neben einem feinen Fasernetz, das sich von dem oben beschriebenen Gallertgewebe im Bogengang des menschlichen Foetus und des Frosches nicht wesentlich unterscheidet.

Hasse machte in seinen ersten Mittheilungen für den Frosch die Angabe, dass auf der Aussenfläche des häutigen Bogenganges dieses Thieres sich Anordnungen vorfänden, die an eine Epithelbekleidung erinnerten. Aber dieses Thier zeigt an Durchschnitten durch das knöcherne Labyrinth in Verbindung mit dem häutigen, ganz besonders klar in den knöchernen Bogengängen, histologische Verhältnisse, welche die Annahme einer Serosa durchaus nicht unterstützen. Denn wenn man hier gut gelungene Durchschnitte prüft, so erkennt man, dass die anastomosirenden, den Kanal vollständig ausfüllenden Bindegewebskörperchen, welche wir bei dem menschlichen Embryo »Gallertgewebe« bezeichnet haben, bei dem Frosche persistiren. Ob das ganze Leben hindurch ununterbrochen, muss ich vor der Hand dahingestellt sein lassen, da meine Ergebnisse sich zur Zeit nur auf Frösche beziehen, die am Ende des Winters untersucht wurden.

In dem Gallertgewebe finden sich beim Frosch zahlreiche grössere

Pigmentzellen, von denen einzelne der Aussenseite des häutigen Kanales an-
anhaften. Eine noch reichlichere Pigmentablagerung ist in der Umgebung des
Utriculus und des Steinsackes im Vorhofe vorhanden, so dass die Eintritts-
stellen der Nervenbündel und der Gefässe in die Utricularwand theilweise
unklar werden. Bezüglich der Wandständigkeit des häutigen Froschlaby-
rinthes ist hervorzuheben, dass der Utriculus, der Steinsack, die Ampullen
und die Anfänge der häutigen Gänge der festen Kapsel ziemlich nahe liegen;
dagegen kann nicht geleugnet werden, dass die häutigen Bogengänge in ihrer
grössten Entfernung vom Vestibulum mehr von der Wand des knöchernen
Kanales wegrücken, so dass sie allseitig in das kernefuhrende feinfaserige
Bindegewebe eingehüllt erscheinen. Wollte man auch diese Anordnung als
Resultat der Präparation ansehen, so darf immerhin eine Thatsache nicht
ausser Acht gelassen werden, dass nämlich die Verbindung des ganzen häu-
tigen Labyrinthes mit dem Perioste bei dem Frosche durchaus keine so innige
ist, wie bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen, was möglicher-
weise als von dem Grade der Rückbildung des Gallertgewebes abhängig ge-
dacht werden kann.

2. Labyrinthwand.

Die Histologie der Labyrinthwand wird am zweckmässigsten an Quer-
durchschnitten studirt. Der auf dem Querschnitt oval erscheinende Bogen-



Fig. 302. Querdurchschnitt des häutigen Bogenganges vom Menschen. 1. Freie W[and]
mit der Faserlage und Bindegewebskörperchen. 2. Tunica propria. 3. Papillen mit i[hrem]
Epithel. (4. fehlt.) 5. Papillenfreier Abschnitt der Kanalwand mit einer dünnen [Lage]
der Tunica propria. 6. Stärkere Entwickelung der Papillen an der Grenze des papil[len-]
freien Abschnittes. 7. Ligamenta labyrinthi canaliculorum.

gang besitzt eine ungleiche Dicke (s. Fig. 302). An dem menschlic[hen]
Bogengang beträgt die Dicke der an den Knochen angrenzenden Wand, o[hne]
Einschluss des Periostes, 0,016 Mm., die freie Wand misst 0,028 Mm. [und]
jene Stelle, die durch die Ligamenta labyrinthi canaliculorum befestigt w[ird,]
hat einen Durchmesser von 0,060—0,080 Mm.

lan kann vier Gewebslagen unterscheiden. 1. das Bindegewebsstratum, hyaline Tunica propria, 3. die papillenförmigen (zottenartigen) Vorge, und 4. das Epithel.

ie äussere Faserlage stellt eine, die Kanäle vorwiegend umkrei-, Bindesubstanz mit zahlreich eingestreuten Kernen dar und erscheint er Struktur weder von den schon beschriebenen Bändern, noch von des Periostes wesentlich verschieden. Da wo das Kanälchen das Periost rt, bildet die äussere Faserlage eine sehr dünne Schichte, stärker wird der freistehenden Wand und erreicht den höchsten Grad der Ausbilan jener Stelle, wo dieselbe mit den ligamenta labyrinthi canaliculorum menfliesst. Die eingestreuten grossen meist rundlichen Kerne machen ihre Anordnungsweise an der Aussenfläche der freistehenden Kanalganz den Eindruck einer Epithelschichte. Die Kerne treten aber auch in her Art in den Labyrinthbändern und an der Periostseite auf, so dass ten Imbibitionspräparaten schliesslich erkannt wird, dass die Aussendes häutigen Ganges kein Pflasterepithel besitzt. [1])

Venn man die ganzen Bogengänge, welche mit dem Periost und ihren rn aus ihrer Lage genommen wurden, untersucht, so nimmt man in der bung der Gefässe ein an- Fasernetz wahr, dessen ng mir vor der Hand zweit blieb. Blass aussehende, ich breite Faserzüge stehen einander in regelmässiger rmiger Verbindung. An den npunkten, wo sie bedeu-breiter werden und ihr fase-Charakter deutlicher wird, grosse Zellen neben Kernen schiedener Zahl eingelagert. len ersten Anblick macht Netz ganz und gar den Ein- von Nerven mit einge-en Ganglienzellen (s. F. 303). ir hier Nerven oder eine an-Gewebsart vor uns haben, e ich für diesen Aufsatz nicht endgiltig zur Entscheidung en. Dass es vom grössten



Fig. 303. Fasernetz aus der Umgebung der Gefässe der menschlichen Bogengänge mit eingelagerten Zellen.

[1]) Nach Schwalbe und F. E. Weber soll der mit Perilymphe gefüllte Raum zwischen em und knöchernem Labyrinth ein Lymphraum sein, da die Injectionsmasse vom oidealraum aus durch den Porus acusticus in ihn hineingelangt.

Interesse wäre, wenn mit dieser Beobachtung die **Nerven** der häutigen Hal-
cirkelgänge, deren Existenz bisher bezweifelt **wurde**, aufgefunden wür-
bedarf kaum einer Andeutung.

An dem Säckchen bildet die Faserlage eine **dünne Schichte**, mit Aus-
nahme jener Stellen, wo die Nerven an der knöchernen **Wand** eintreten. D
Säckchen liegen nämlich hier der Knochenwand nicht innig an (der Utric
inniger als der Sacculus rotundus), sondern sie werden durch ein w
maschiges Bindegewebe, das die Gefässe und Nerven einschliesst, von i
getrennt.

Auch die zweite Gewebslage, die glasartig aussehende **Tunica** propr
ist von ungleicher Dicke. Während dieselbe an der **anliegenden** Stelle d
häutigen Bogenganges auf dem Querschnitt eine sehr **dünne** Lage darst
wird sie an der freien Bogenwand etwas stärker und **erreicht**, entsprech
der Anheftungsstelle der Labyrinthbänder, eine **bedeutende** Mächtigkeit. I
frischen Präparaten stellt dieselbe eine hyaline Substanz dar, die weder na
aussen gegen die Faserschichte, noch nach innen gegen die Papillen sch
abgegrenzt erscheint. Bei Anwendung von Färbemitteln und anderen Re-
agentien tritt eine granulirte, leicht streifige Beschaffenheit der Tunica prop
auf. Dieselbe ist auch noch an dem Utriculus nachweisbar, bildet aber h
eine sehr dünne gleichmässige Schichte.

Die papillenförmigen[1]) Hervorragungen an der Innenfläche d
Tunica propria muss ich als normale Bildungen des erwachsene
Menschen ansehen. Sie kommen so constant vor, dass ich viel eher i
Fehlen für pathologisch halten möchte. Sie erscheinen auf bestimmte Stell
der Canalwand beschränkt, und ich habe aus diesem Grunde schon früh
eine papillenfreie und papillentragende Abtheilung der Canal-
wand unterschieden. In mannigfacher Form und Grösse sieht man sie in d
häutigen Canälen des Erwachsenen bei Flächenansichten als glasartige Kug
gebilde,[2]) welche auf dem Querdurchschnitte als Hervorragungen erka
werden. Mit breiter Basis sitzen sie der Tunica propria auf und ragen hüge
kolbig oder selbst kegelförmig in das Lumen des Canales hinein. Gegen d
Tunica propria sind die Papillen nicht scharf abgegrenzt, man muss sie el
als integrirende Theile dieser Membran ansehen; denn sie gehen währe
ihrer Entstehung von ihr aus und sind bezüglich ihrer Structur mit ihr voll-

1) Für die Bezeichnung »zottenförmige«, welche ich früher gebrauchte, schlage ich d
obige Benennung vor, da die in Frage stehenden Bildungen mehr Aehnlichkeit mit Papille
als mit Zotten haben. Hasse hat die Vermuthung ausgesprochen, dass ich die durch da
Gewebe scheinenden Streifen für Papillen, resp. Zotten gehalten hätte, eine Vermuthun
welche mir die Ueberzeugung aufdrängt, dass Hasse diese fraglichen Gebilde beim Er
wachsenen nicht studirt hatte, denn die Papillen auf einem Querschnitt zur Anschauung z
bringen, gehört zu den einfachsten Darstellungen und eine Täuschung ist hier unmöglich

2) Ob die Papillen mit den von Pappenheim beschriebenen »grossen Kugeln« iden-
tisch sind, lässt sich aus dessen unklarer Darstellung, Seite 43 und 44 seiner speciellen
Gewebelehre des Gehörorganes, nicht entnehmen.

kommen identisch. Bei dem Embryo und selbst bei dem neugeborenen Kinde fehlen die Papillen noch vollständig, später aber treten sie zunächst an jenen Stellen der inneren Canalwand auf, wo aussen sich die Labyrinthbänder befestigen. Die dem Knochen anliegende dünne Stelle des häutigen Bogenganges ist in ihrer grössten Ausdehnung vollkommen frei von Papillen, und ich habe an ihr niemals die leiseste Andeutung derselben gesehen, trotzdem hier die Tunica propria, wenn auch nur als sehr dünne Lage, vorhanden ist (s. Fig. 302). Nach beiden Seiten nun beginnen die hügelförmigen Vorsprünge, nehmen allmählich an Grösse zu und werden dann (auf unsere Figur angewendet) rechts und links stärker, um an der freien Labyrinthwand an Höhe wieder abzunehmen. An letzterer Stelle erheben sie sich oft nur sehr wenig über die freie Fläche, so dass sie bei Anwendung schwacher Vergrösserungen zu fehlen scheinen. Ihre Innenfläche ist allseitig sowohl in den Thälern zwischen den Papillen, als auch auf deren Höhe von einem einschichtigen Pflasterepithel überkleidet, welches an Flächen- und Profilansichten mit verschiedenen Hilfsmitteln nicht sehr schwer zur Anschauung gebracht werden kann. Da aber diese Epithelzellen sich ziemlich leicht loslösen und die kleinste Papille oft nur drei bis fünf Epithelzellen trägt (s. Fig. 304), so können die Kerne der Zellen nicht immer an Durchschnitten im Profil gesehen werden, was wohl ganz besonders dazu führte, dass die Existenz der Epithelzellen auf der Höhe der Papillen irrigerweise geleugnet wurde (Lucae). Die Epithelzellen zeigen sich auf den Papillen und in deren Umgebung von unregelmässiger Form, und man kann bei Flächenansichten die Contouren der Zellen an Imbibitionen mit Argentum nitricum auf allen Stellen der Erhabenheiten verfolgen. Da die fraglichen Bildungen erst nach der Geburt entstehen, so ist es wahrscheinlich, dass sie während ihrer Entwickelung die ursprünglich in regelmässigen Abständen angeordneten Epithelien in einfacher Weise mechanisch ausdehnen, wie diess auch für manche der sonderbaren Epithelformen in verschiedenen Gefässen, die durch Eberth bekannt wurden, angenommen werden muss, und wie es in gleicher Weise für die Lungenbläschen gilt, wenn es wahr ist, dass dieselben beim Erwachsenen Epithel tragen. Obschon bezüglich der Papillen individuelle Verschiedenheiten vorkommen, so habe ich dieselben doch nie ganz vermisst. In einiger Entfernung von der



Fig. 304. Flächenansicht der Papillen des horizontalen häutigen Bogenganges (Argentum-nitricum-Imbibition). 1. 2. 3. Papillenförmige Gebilde mit dem Epithel.

dünnen Wand, resp. entsprechend der Anheftungsstelle der Canalb[illegible] fehlen sie nie; aber an der freien Canalseite sind dieselben mitunter nur schwach angedeutet. In den Säckchen und in der Nähe der Einmündungsstellen der Bogengänge in den Utriculus werden sie nicht gefunden. Mehrere Male habe ich jedoch die Papillen vereinzelt gesehen an der erweiterten Einmündungsstelle des horizontalen häutigen Ganges.

Diese dem erwachsenen Menschen eigenthümlichen Bildungen hat man für pathologische Producte gehalten (Voltolini, Lucae). Lucae hat dafür geltend gemacht, dass dieselben bei dem Neugebornen nicht vorhanden seien und derselbe gab an, es fehle ihnen das Epithel und ihr Reactionsverhalten gegen Jod lasse sie den Amylumkörpern an die Seite stellen. Dagegen kann mit Uebergehung des ersten irrelevanten Punktes eingewendet werden, dass 1) die Papillen in den Bogengängen des Erwachsenen, wenn auch individuell in verschiedenem Grade entwickelt, von mir nie ganz vermisst wurden,*) dass 2) mittelst der geeigneten Reagentien das Epithel nachzuweisen ist und dass die bekannte Jodreaction, die an ihnen hervorgerufen werden kann, mit der Tunica propria und manchen anderen Geweben theilen, in denen Amylum erst noch aufgefunden werden muss. Die rundlichen Formen, welche die Papillen bei mechanischer Zerreissung zeigen, wird man doch nicht als Argument benutzen wollen für ihre Amylumnatur! Ich habe mich auf das Bestimmteste an sehr feinen Querschnitten des häutigen Bogenganges überzeugt, dass die Papillen nur als Theile der Tunica propria aufzufassen sind. Die Grenzmarke, welche an Querdurchschnitten zwischen der genannten Membran und den Papillen auftritt (s. Fig. 302), beruht nur auf der Dicke des Schnittes. An sehr feinen Schnitten sind zwischen beiden Lagen bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen keine Contouren erkennbar. Wenn angenommen werden darf, dass die häutigen Canäle die Endolymphe secerniren, so erscheinen vorderhand die Papillen, ganz abgesehen von anderartigen physiologischen Deutungen, als Gebilde, welche eine bedeutende Flächenvergrösserung nothwendig bedingen.

Bei den Säugethieren ist das häutige Labyrinth bedeutend dünnwandiger als bei dem Menschen. Die Dicke des häutigen Bogenganges schwankt nur in geringem Grade und seine Schleimhaut besitzt keine Papillen.

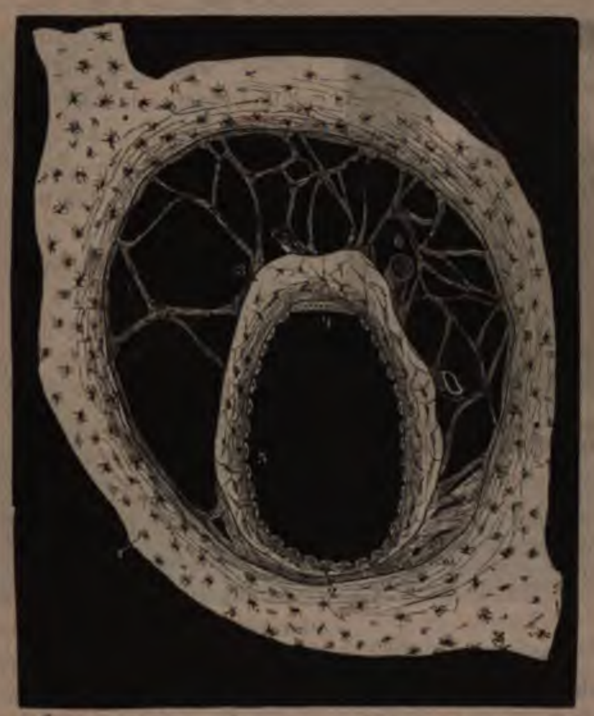
Die häutige Labyrinthwand der Vögel ist in dem Utriculus, den Ampullen und ganz besonders in den Bogengängen von ungleicher Dicke. Der auf dem Querschnitt oval erscheinende Bogengang ist an jener Stelle, wo er der Knochenwand anliegt, sehr dünn und nimmt von hier aus bis zur frei-

---

*) Untersucht man an 30 erwachsenen Cadavern in der Reihenfolge, wie sie auf eine anatomische Anstalt gebracht werden, ohne Rücksicht auf die vorausgegangenen Krankheiten, die häutigen Bogengänge, so findet man bei etwa 28 die papillenförmigen Vorsprünge und nur bei zweien nicht. Es wäre schon in diesem Zahlenverhältniss, abgesehen von den erwähnten anderen Gründen, ein genügender Anhaltspunkt gegeben, dieselben nicht für pathologische Bildungen zu halten.

nden Wand allmählich an Dicke zu. Die dünnste Stelle hat einen Durch-
er von 0,020 Mm. und die dickste von 0,080 Mm. Ich kann HASSE's An-
nicht beipflichten, dass die Dicke der Wandung innerhalb geringer
zen variire und sich keine bestimmte Norm für die grössere oder
gere Dicke an bestimmten Orten aufstellen lasse. Nach meinen Ergeb-
n beschränkt sich die dünne Canalwand durchgehends auf die An-
ungsstelle an dem Periost und die dicke Wand, welche aussen eine Art
e zur Aufnahme der grösseren Gefässzweige besitzt, auf die von dem
hen abgewendete Canalseite.

Eine Faserlage existirt auf der Aussenfläche nur insofern, als die Binde-
anz, welche in dem knöchernen Bogengang vorhanden ist, sich mit ihr
nigt.



05. Querschnitt des sagittalen Bogenganges der Taube. 1 Knöcherner Bogengang. ner Abschnitt der Wand mit dem Periost verbunden. 3 Dicker Abschnitt der Wand ner Rinne für eine Arterie. 4 Epithel, welches sich von dem Plattenepithel unter-let. 5 Plattenepithel. 6 Netzförmiges Fasergerüste zwischen Periost und Aussenfläche des häutigen Bogenganges. $^{170}/_{1}$.

Die mächtige Tunica propria, welche in Verbindung mit dem Epithel an
Basalsaum der Innenfläche die Wand bildet, hat man schon von jeher bei
Vögeln, Fischen und Reptilien als »Labyrinthknorpel« bezeichnet.
n ausgezeichneten Abhandlungen von LEYDIG, DEITERS und HASSE finden
genaue Angaben über die Histologie der Canalwand nebst Abbildungen.

In einer structurlosen Grundlage, welche nur an Chromsäurepräparaten fein granulirtes Ansehen darbietet, sind längliche oder vieleckige kleine Ke[rne] mit Fortsätzen in nicht sehr grosser Anzahl eingestreut. Während die Me[hr]zahl der Ausläufer der Bindegewebskörperchen vorwiegend in circulärer An[]ordnung den Canal umkreisen, durchsetzen andere die dicke Stelle des Canales in der Richtung von aussen nach innen (s. Fig. 306). Die gr[össeren] Gefässnetze, welche um die häutigen Canäle herumgehen, nehmen auch [theil]weise ihre Lage in der Knorpelsubstanz, ohne jedoch die Epithe[l]schicht zu erreichen.

Diese kleidet, auf einem Basalsaum sitzend, als regelmässiges Pflaster[]epithel die Innenfläche aus. An der dicken Canalseite tritt, auf eine be[]Stelle beschränkt, eine grössere Epithelform auf, so dass es hier den [An]schein hat, als wenn jene cylindrischen Epithelzellen des Utriculus und der Am[]pullen, welche gegenüber dem Nerven[]epithel einen schmalen Streif bilden [und] die von Hasse unter der Bezeichnung Dachzellen sehr genau beschrieben wurden, auch in den Bogengängen [sich] erhielten.

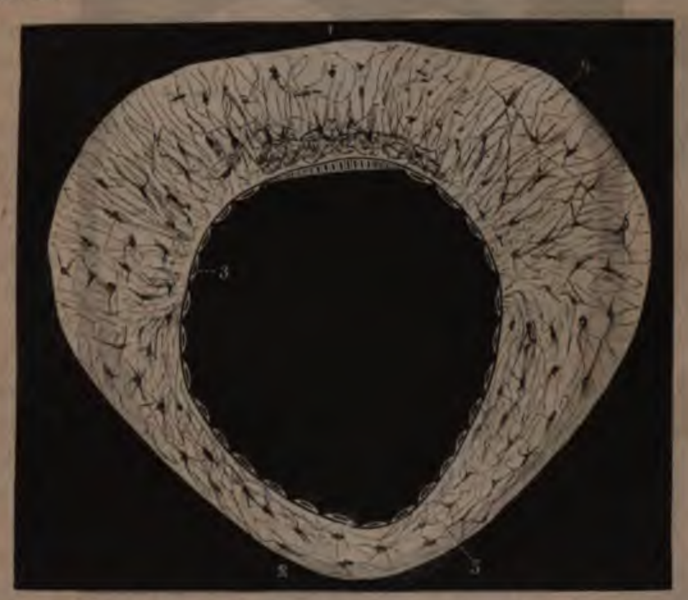


Fig. 306. Sagittaler Bogengang der Taube. 1 Rinne an dem dicken Abschnitt des Canales zur Aufnahme eines Gefässes. 2 Dünner wandständiger Abschnitt. 3 Labyrinthknorpel mit grösseren Gefässen durchzogen. 4 Plattenepithel. $^{170}/_{1}$.

Die verhältnissmässig starkwandigen Bogengänge der Fische[1]) sind von [un]gleicher Dicke und Form des Lumens bei den verschiedenen Familien. Beim Hecht (s. Fig. 307) ist der Canal auf dem Querschnitte dreiseitig mit einem dicken Basalschenkel, welcher der freien dicken Wand entspricht, und zwei seitlichen Schenkeln, welche an einer allmählich dünner werdenden Stelle bogenförmig zusammentreffen. Jene Stelle, welche der knöchernen oder knorpeligen Canalwand anliegt, ist auch hier die dünnste. Diese hat einen Durchmesser [von] 0,080 Mm., die dicke Stelle zwischen 0,120—0,160 Mm. Sie besteht [aus] einer festen hyalinen Grundsubstanz mit sehr zahlreich eingelagerten ste[rn]förmigen Bindegewebskörperchen, die durch ihre gegenseitigen Verbindun[gen] der etwas granulirten Ausläufer ein grobes Netzwerk darstellen, welches [bei] näherer Prüfung beim Hecht eine Anordnung zeigt, die in Fig. 307 angede[utet] ist. An der dünnen Canalwand umlagern die Fasern das Lumen des Cana[ls], an den beiden dicksten Stellen erscheinen sie als Züge, die in querer Richt[ung]

[1]) Meine Untersuchungen beschränkten sich auf die Familien der Barsche, Karp[fen], Lachse und Hechte.

Wand von aussen nach innen durchsetzen. Ein Bindegewebsstratum auf Aussenseite des Canales fehlt. Auf dem Basalsaum der Innenfläche sitzt Plattenepithel, das aus ziemlich grossen Zellen mit starken Kernen gebildet welche, im Profil gesehen, ein spindelförmiges Aussehen darbieten. Beim ht bildet dasselbe an der dicken Canalseite einen viel breiteren Saum als len übrigen Stellen, und hier scheint eine Form von Cylinderzellen aufzu- en. Bei keiner Thierart lösen sich die Epithelzellen mit ihrem Basalsaum eicht los, als bei den Fischen, wobei sich die ganze Lamelle verkleinert, dem Querschnitt als ein kleineres Canälchen auftreten und an einer be- igen Stelle der Knorpelwand festhaften kann. Man gelangt aber durch derholte Darstellungen zur Ueberzeugung, dass hier ein Kunstproduct vor-, das in Folge der losen Verbindung des Epithels mit der Tunica propria tanden ist.



307. Querschnitt des häutigen Bogenganges von Esox lucius. 1 Dicke Stelle des nganges. 2 Dünner wandständiger Abschnitt des Bogenganges. 3 Plattenepithel, hes an dem dicken Abschnitt der Canalwand eine Cylinderform annimmt. 4 Labyrinth- pel mit radiären Fasern und Bindegewebskörperchen. 5 Circuläre Fasern mit Binde- gewebskörperchen.

In dem Bogengange von Petromyzon marinus hat A. Ecker im Jahre 1844 mmerepithelzellen beschrieben, welche, wie H. Reich, ein Schüler Ecker's Jahre 1857 für Ammocoetes angab, nur der Crista acustica oder Macula stica und nicht den Bogengängen angehören.

Eine eigenthümliche isolirt stehende Bildung habe ich in den häutigen gen bei Salmo hucho beobachtet (Fig. 308). An der beigegebenen Figur nnt man, dass die Wand und das Lumen des Canales bei diesem Fisch von en des Hechtes in manchen Beziehungen abweichen. Die Aussenseite der

Canalwand ist uneben, ihre dicke Stelle wird ungleich durch eine ausse
liche Rinne, und was die Structur anlangt, so ist die hyaline Grund
im Verhältniss zu den Bindegewebskörperchen bedeutend vorherrschend.

An der dicken Stelle der Wand erheben sich in regelmässigem
zwei Zellenreihen, welche wie zwei Wälle, eine Furche be-
zend, in den Canal ziemlich weit vorspringen (s. Fig. 308). Dieselben
in der ganzen Länge der Canäle zugegen, nur mit dem Unterschiede,
gegen den Utriculus hin an Höhe abnehmen.



Fig. 308. *A* Querschnitt des häutigen Bogenganges von Salmo hucho. 1 Dicker Abschn
der Canalwand mit einer Rinne an der Aussenseite. 2 Dünner wandständiger Absch
3 Plattenepithel. 4 Feine Fasern mit 5 den Zellenreihen. 6 Furche zwischen den bei
Zellenreihen. *B* Stark vergrösserte Fasern und Zellen isolirt. 7 Protoplasma, in welch
sich 8 die Fasern erheben. 9 Zellen, welche an den sich theilenden Fasern sitzen.

Unter ihren Epithelzellen, beziehungsweise an deren Grenze, treten se
zarte, blass aussehende Fasern hervor, welche an ihrem Ursprunge von eine
Protoplasma umgeben sind, sich dichotomisch theilen und mit rundlichen od
ovalen Zellen in Zusammenhang stehen, die wie die Beeren einer Traube
den Stielen sitzen. Die ganze Zellenreihe, welche auf diese Weise erzeu
wird, flottirt in einem gewissen Grade in der Endolymphe des Bogengange
Bei Flächenansichten ergiebt sich, dass beide Zellenreihen in regelmässig
Abständen einander erreichen, so dass sie die Furche gleichsam überbrücke

te ich vermuthen, dass beide Reihen nicht durch ihre Stielchen in
ger Verbindung stehen, sondern die Zellen sich nur berühren und
r kleben. Wird eine derartige Stelle auf dem Querschnitt getroffen,
lie fragliche Bildung das Aussehen eines vollständigen Canales, und
dieselbe mechanisch unter dem Mikroskop zu bewegen sucht, so
n wahr, dass, obschon die Zellen sich heben und senken, die bei-
n sich nicht von einander entfernen. Die Furche zwischen den bei-
n scheint kein Epithel zu tragen. Ich glaube nicht, dass hier ein
dapparat vorliegt, da die Zweige des Nerv. acusticus über die Am-
ze nicht hinausgehen und ich auch aussen an der Canalwand keine
mitivfasern beobachten konnte. Sollten vielleicht die beiden Wälle
on ihnen eingeschlossene Furche in Beziehung stehen mit der Wellen-
der Endolymphe?

den Batrachiern
vorerst nur das Laby-
Frosches untersucht.
igen Halbcirkelgänge
dem Querschnitt fast
und an allen Stellen
nd so ziemlich gleich
Durchmesser beträgt
0,040 Mm. In die
hyaline Grundsub-
d nur sehr wenige
ndegewebskörperchen
t. An der äusseren
ten blasse Fasern auf,
wa bis zur Hälfte ihrer
Wand quer durch-
a diese Streifung an
itten in gleicher Weise
so kann ich dieselbe
zufällige Faltenbil-
en. Ein grosszelliges
ithel kleidet die
che aus.



Fig. 309. Querschnitt des Bogenganges von Rana temporaria. 1 Knorpel mit wenigen Bindegewebskörperchen. 2 Fasernetz mit Bindegewebskörperchen und Pigmentzellen. 3 Plattenepithel.

3. Die Gefässe des häutigen Labyrinthes.

iefässe, welche zu den Säckchen, den häutigen Bogengängen und
ste des Labyrinthes gelangen, sind an den genannten Stellen ver-
n ihrer Anordnung. Während an den Eintrittsstellen der Nerven in
hen und Ampullen ein dichtes reiches Gefässnetz vorhanden ist,

werden die häutigen Bogengänge von einem groben Netz, welches
gezogenen Schlingen gebildet ist, umgeben.

Mit den Zweigen der Vestibularnerven treten die ansehnlichsten
zur Wand des runden und langen Säckchens und bilden entsprech
Macula und Crista acustica zunächst starke grobe Netze in dem lockeren
lichen Bindegewebslager zwischen der Knochen- und jener Stelle der Säck
wand, welche die Macula acustica trägt. An der Säckchenwand selbe
die Capillaren feiner und bilden gegen die Peripherie der Macula zahl
Schlingen, ohne jedoch in die Tunica propria einzutreten. Bei den Vög
Fischen durchziehen grosse Capillarschlingen die Tunica propria bis
Basalsaum reichend. Beim Menschen gelangen feine Capillaren üb
Grenzen der Maculae acusticae hinaus und verbreiten sich in der
Faserlage der nervenfreien Säckchenwand.

Vom Vorhofe aus begeben sich grössere arterielle Zweige in die knöch
Bogengänge und nehmen mehr oder weniger in ihrem Centrum ein
Krümmung des Bogenganges entsprechenden Verlauf. Die Gefässe
sämmtlich umgeben und fixirt durch eine verhältnissmässig dicke kern
Bindegewebsumhüllung, welche als Ueberrest des fötalen Gallertgewebe
die Befestigung der Gefässe zurückbleibt. Von den grösseren im Centru
knöchernen Canales gelagerten Gefässen begeben sich die feineren, zie
dickwandigen Zweige sowohl nach dem Perioste, als auch nach der
Wand des häutigen Canales und den Ligamenta labyrinthi canaliculorum
wo aus sie, in eigenen Bindegewebsfäden eingeschlossen, als Venen zur
kehren. In den knöchernen Canälen liegen Arterie und Vene nicht
einander und sind oft sehr schwer von einander und von den dickwand
Capillaren zu unterscheiden (s. Fig. 297).

Gegen den Vorhof hin treten die beiden Gefässe einander näher, ob
von hier aus die Venen dem Verlaufe der aus der Art. auditiva interna
stammenden Zweige folgen, bleibt vorerst noch fraglich.

An Querdurchschnitten durch den Aquaeductus vestibuli kann man
Ueberzeugung gewinnen, dass neben dem serösen Gang starke Gefässe
laufen, welche dem äusseren Habitus nach Venen zu sein scheinen und
schon von Hyrtl als Venen des Vorhofes beschrieben wurden.

4. Nerven und Epithel in den Ampullen und Säckchen.

Soweit die Verbreitungsbezirke des Nervus acusticus in den Säck
und Ampullen bei den verschiedenen Thierklassen reichen, findet sich
deren Innenfläche ein constant vorkommendes, meist gelblich pigmenti
eigenartiges Epithel mit feinen Haaren besetzt, so dass man aus diesen loc
gegenseitigen Beziehungen der erwähnten Gewebselemente einen Schluss
ihre nothwendige Zusammengehörigkeit ziehen möchte. Für das Studium
topographisch-histologischen Verhaltens der Nerven und ihrer Beziehungen
dem Epithel der Ampullen und Säckchen eignen sich neben frischen g

s Durchschnitte in verschiedener Richtung an in Chromsäure erhär-
d entkalkten Objecten, welche auch noch nach ihrer Durchschneidung
imbibirt und zerlegt werden können. [1])
hdem durch SCARPA und E. H. WEBER auf den hügelförmigen Vor-
von SCARPA »Septum« genannt) an den Ampullen aufmerksam gemacht
war, hat STEIFENSAND im Jahre 1835 denselben bei den Fischen, Rep-
Vögeln, Säugethieren und dem Menschen genauer studirt und dar-
dass der bei den verschiedenen Thieren in seiner Form variirende
ng durch eine eigenartige Einstülpung und Verdickung der Tunica
ler Ampullenwand hervorgerufen sei. M. SCHULTZE belegte die Septa
sicherlich richtigeren Namen: Cristae acusticae in den Ampullen und
acusticae in den Säck-
der Zweig des Nervus
, welcher zu einer
geht, senkt sich bei
rzahl der Thiere, in
lte Bündel getheilt und
glienzellen in Verbin-
hend (LEYDIG, HASSE),
ussen wahrnehmbare
n und durchzieht in
ler Richtung die Tunica
bis zum Epithel der
custica. Diese erlangt
zwei- bis dreifache
eit und wird innen von
ructurlosen Basalsaum
. Sie ist aber nicht
Träger der Nerven,
auch die unteren Ab-
der mehr oder weniger
kelig sich von ihr er-
seitlichen Ampullen-
welche STEIFENSAND
nilunaria genannt hat,
unter ihrem Epithel
rvenfasern auf (siehe
. Während die Nerven-
sern die Tunica pro-



Fig. 340. Querschnitt der Ampulle vom Hecht. 1 Ampullendach. 2 Dünne Stelle der Seitenwand. 3 Verdickte Stelle der Seitenwand. 4 5 6 Ampullenboden mit den Nerven. 7 Nervenepithel. 8 Hörhaare. 9 Uebergangsstelle zwischen Ampullenboden und 10 Planum semilunare. 11 Plattenepithel.

[1]) onders werthvoll finde ich jene Imbibitionsmethode, welche unter den Augen chters vor sich geht. Zu diesem Zwecke brachte ich Ampullendurchschnitte mit n auf einen Objectträger, setzte Ueberosmiumsäure hinzu und beobachtete so die hlich vollziehende Reaction an Nerv und Epithel.

pria durchziehen, nähern sie sich einander und werden in der Nähe de
sehr fein, indem sie ihre doppelten Contouren verlieren. Es ist nicht
an den Ampullen der Fische, welche mit Ueberosmiumsäure behandel
den, die Ueberzeugung zu gewinnen, dass eine blasse, schmale Fa
directe Fortsetzung einer Primitivfaser, wie es von Reich und M. Sc
zuerst angegeben wurde, den Basalsaum der Ampullenleiste, ohne Verm
von Ganglien, in der That überschreitet und dann in eine grössere
feinerer Fäserchen zerfällt. Man erhält diese Bilder an frischen und
Objecten so häufig in übereinstimmender Weise, dass die Annahme de
stehung eines Kunstproductes bei der Zerreissung gewiss keine Berech
hat. Hartmann hat sich bemüht, den Beweis zu liefern, dass bei den F
die Nervenfasern in der Crista acustica schlingenförmig umbiegen, ein
gabe, die schon von
zurückgewiesen wurde
an feinen Schnitten
ter Präparate sehr
widerlegt werden
Hartmann's Schluss,
das Nervenmark durch
Basalsaum mechanisch
durchgedrückt werde
einem getheilten Axen
der ähnlich sehe, kann
nicht richtig sein, wenn
Druck vermieden wird
doch Oeffnungen in
Basalsaum, welche
Nervenmark die eigenth
chen Formen verleihen, s
vorausgesetzt werden
sen. So haben sich denn
M. Schultze, F. E. Sch
Odenius, Kölliker, Deit
Hensen, Henle u. Hasse
übereinstimmend ausges
chen, dass die blassen Fa
als Fortsetzungen der dop
contourirten Nervenfaser
das Epithel eintreten. [1]



Fig. 344. Querdurchschnitt der Ampulle von Rana esculenta. 1 Dach der Ampulle. 2 Bogengang. 3 Epithel am Ampullendach. 4 Verdickte Ampullenwand. 5 Nerven mit Zellen durchsetzt. 6 u. 7 Epithel mit den Hörhaaren. 8 Nervenbündel. 9 Pigment.

1) Obschon Henle die Angaben Hartmann's für direct widerlegt hält, sollen nach e
rem die Nervenfasern fein zugespitzt an der Basalmembran enden, p. 777. Henle hält
nicht für berechtigt, den positiven Angaben über den Eintritt der Nervenfasern in das
thelium entgegenzutreten.

Schultze und Odenius sollen nur die blassen Axencylinder, nach Hasse
l v. Grimm auch ihre zarten Scheiden in das Epithel eintreten. Wenn man
nach Behandlung mit Osmiumsäure leicht isolirbaren Axencylinder der
pullennerven mit den in das Epithel eingetretenen Fasern vergleicht, so
bei den Fischen selbst bei Anwendung starker Vergrösserungen kein histo-
ischer Unterschied wahrnehmbar. Bezüglich der einfachen Theilung der
ssen Fasern glaube ich solche bei den Fröschen und Fischen beobachtet zu
ben, und zwar noch vor Ueberschreitung des Basalsaumes; die Mehrthei-
ng findet jedoch immer erst nach dem Durchtritt durch den Basalsaum statt.

Die Nervenepithelschichte, die theils glatt, wie bei dem Menschen, den
ugethieren und Vögeln, theils faltig, wie bei vielen Fischen, auf der Höhe
r Ampullenwand sich darstellt, hat bei den verschiedenen Thieren einen
cken-Durchmesser, welcher zwischen 0,016 mm. (Vögel) und 0,080 mm.
yprinoiden) schwankt. Bei den Säugethieren und dem Menschen steht ihre
cke in der Mitte zwischen der bei den Vögeln und Fischen. Die tiefste auf
m Basalsaum aufsitzende Schichte des Nervenepithels ist weich, locker und
rnhaltig. In der Mitte erscheint sie am dichtesten und wird gegen den
ien Rand durch eine scharf markirte Linie, welche den Eindruck macht,
e die Limitans externa im menschlichen Auge, abgegrenzt, und auf dieser
zen die steifen Haare auf. Bei den Cyprinoiden hat schon Lang eine beson-
re Zellenlage beschrieben, welche ich einigemal sehr schön und klar beob-
hten konnte. Dieselbe stellt einen Saum an der Innenseite der Epithel-
hichte dar und an sie reiben sich die Hörhaare an. Die von Lang beschrie-
nen und abgebildeten Hohlräume in dem Epithel halte ich für zufällige
ldungen. An dem Planum semilunare der Fische wird das Nervenepithel
n unten nach oben allmählich breiter, dann wieder schmäler und läuft auf
m Querdurchschnitt in ein spitzes Ende aus, an das sich die Pflasterzellen
r oberen Ampullenabtheilung anreihen. Auch an der Uebergangsstelle
r Crista acustica in das Planum semilunare tritt eine niedrigere Epithel-
hichte auf (s. Fig. 310). Die Crista cruciata der Vogelampulle, welche sehr
rk nach dem Binnenraum vorspringt, wird in ihrer ganzen Ausdehnung
n einem nicht sehr dicken Nervenepithel bekleidet.

In den Säckchen ist die Nervenepithellage durchschnittlich etwas nie-
iger als in den Ampullen. Der Uebergang derselben in das angrenzende
linderepithel ist auch hier ein allmählicher, und in dem Sacculus rotundus
langt das Epithel auch an jenen Stellen, welche keine Nerven aufnehmen,
e die niedrige Form wie in den häutigen Kanälen, d. h. es tritt dasselbe
er nicht als reines Platten-, sondern als Uebergangsepithel auf.

Zerlegt man den Epithelsaum, so lassen sich bei dem Menschen, den
ugethieren und Fischen mehrere Zellenformen in ihm nachweisen. Zunächst
ht man längliche Cylinderzellen von ziemlich gleicher Dicke mit
nem grossen Kern in dem centralen Ende. Das eine Ende dieser Zellen
det breit, das andere läuft in einen stumpfen Conus aus. Bei den Fischen

und Fröschen sind sie gelblich pigmentirt. Diese Cylinderzellen, w
Leydig bei dem Aale, Reich bei Petromyzon marinus und M. Schultze an
den Rochen und Haien genauer beschrieben haben, grenzen überall an
Innenfläche des Epithelsaumes, wo keine besondere Zellenlage vorhan
Bei den Cyprinoiden sind nämlich zunächst der Innenfläche niedrig,
dicke, helle Cylinder mit einem stark lichtbrechenden Kern neben
gereiht, welche an der centralen Grenze der Hörhaare einen hellen
Saum erzeugen. Sie lassen keine Fortsätze erkennen, und würde m
selben nicht in Situ studiren, so könnte man sie leicht bei isolirter



Fig. 342. Horizontaldurchschnitt durch das Vestibulum und den Sacculus rotundus
menschlichen Foetus. 1. Knorpel. 2. Nerven an der medialen Wand des Vor
3. Crista vestibuli. 4. Nervenepithel im Sacculus rotundus. 5. Hörhaare. 6. Ueberg
des Nervenepithels in (7) das niedrige Cylinderepithel. 8. Laterale Wand des ru
Säckchens. 9. Utriculus mit dem Nervenepithel. 10. Plattenepithel des Utriculus.

tung für einfache Cylinder aus dem Grenzgebiete des Planum semilun
halten. Die in dem Nervenepithel vorhandenen, an beiden Enden ab
stumpften Epithelformen scheinen nur jene Stützzellen zu sein, zwisch
denen die Enden der Fadenzellen hindurchgehen.

Diese Spindel-, Faden- oder Stäbchenzellen sind in viel grös
rer Zahl vorhanden, als die Cylinderzellen. Es sind jene Flaschen- oder Fade
zellen, welche zuerst M. Schultze, dann Odenius, Kölliker, Henle und Hasse

nstimmender Weise beschrieben haben. Sie zeigen eine spindelförmige
mit einem langen Ausläufer nach dem Centrum und einem stäbchen-
en Aufsatze nach der Peripherie zu. Ihr blasses Aussehen im frischen
de lässt sie von den übrigen Zellen unterscheiden und nur ihr Verhal-
i Behandlung mit Ueberosmiumsäure scheint eine besondere Aufmerk-
it zu verdienen. Beobachtet man nämlich bei den Cyprinoiden die
lenquerdurchschnitte nach Zusatz von Osmiumsäure unter dem Mikro-
so nimmt man nach einiger Zeit
dass in demselben Verhältniss,
e Nerven sich dunkel färben,
der Epithelsaum mit den Hör-
eine braune Farbe, wenn auch
mer, annimmt. Endlich treten
ist der inneren Abtheilung der
lschichte dunklere Streifen auf,
man bis an die Oberfläche ver-
kann. Diese dunklen, ungleich
Streifen stehen in ganz be-
ten Abständen von einander.
man dann den Epithelsaum
e Zeit in der Osmiumsäure lie-
so können die einzelnen Zellen
werden, und nun sieht man in
pindelförmigen Fadenzellen einen
arzgefärbten Streifen,
er, wie ich glaube annehmen zu
, im Innern der Zelle einge-
sen ist. Derselbe erscheint als
rtsetzung des langen Fadenendes
teht mit dem Kern der Zelle in
menhang, d. h. der Zellenkern
int ebenso dunkel gefärbt, wie
den selbst. Nach dem periphe-
Ende zu setzt sich der kaum
are Faden fort, und an Zellen, welche noch mit einem Rest des Hörhaares
t sind, macht das Bild ganz den Eindruck, als sei zwischen dem dunklen
n im Innern der Spindelzelle und dem Hörhaar keine Unterbrechung
nden. Diese Beobachtung machte ich sehr oft an den Ampullen der
noiden, und die Reaktion, welche an den Spindelzellen bei Anwendung
nannten Säure auftritt, lässt doch immerhin die Interpretation zu, dass
ervöse Gebilde vorliegen. Auch sind diese Beobachtungen in der That-
nstimmend mit den Angaben, welche in jüngster Zeit durch v. GRIMM[1])



Fig. 313. Schema der Nervenendigung. 1. Knorpel der Ampullenwand. 2. Strukturloser Basalsaum. 3. Doppeltcontourirte Nervenfaser. 4. Axencylinder durch den Basalsaum tretend. 5. Netzförmige Verbindung der feinen Nervenfasern mit Kernen durchsetzt. 6. Spindelzellen mit Kern und dem dunkeln Faden im Innern. 7. Stützzellen. 8. Hörhaar.

Bulletin de l'académie imperial des sciences de St.-Petersbourg.

für die Ampullen der Katze bekannt wurden. v. Grimm hat e
schwarze Färbung auf Anwendung von Ueberosmiumsäure an d
zellen bei der Katze gesehen. An den einfachen Cylinderzellen
auch eine dunkle Färbung des Kernes wahrnehmbar, aber ich ve
den dunklen Streifen in der Zelle.

Die Existenz von Basalzellen auf dem strukturlosen Saum der T
welche M. Schultze beschrieben hat, blieb mir zweifelhaft. Ich kann
sehr dünnen Schnitten in situ nicht zur Anschauung bringen. Nur e
ich bei einem grossen Salm eine, auf dem Basalsaum vorhandene,
ordnung als eine Zellenreihe deuten zu dürfen. Wird der ganze Epi
der Tunica propria losgelöst, so nimmt man keine regelmässige, auf de
aufsitzende Zellenreihe wahr, und ebenso wenig können regelmässige
an der abgelösten Nervenepithelschichte erkannt werden. M. Schul
schon die Mittheilung gemacht, dass die Basalzellen nicht in der ga
nung des Kammes der Crista acustica vorkämen, sondern mehr in den

Sind nun die feinen Nervenfasern, die sich durchaus nicht v
lirten Axencylinder unterscheiden lassen, in die lockere Epithe
treten, so gehen sie hier vielfache Anastomosen mit einande
entsteht ein Nervennetz, welches sowohl an den Knotenpunkten,
den feinen Fäserchen zahlreiche Anschwellungen zeigt. Einigem
gelungen, dieses Netz sehr klar zur Anschauung zu bringen.
mir die Natur der verschieden geformten Anschwellungen fraglich
kann dieselben nicht als Ganglienzellen auffassen, wie Reich es g
schon in neuerer Zeit die Thatsachen sich häufen, welche für die
sprechen, dass kernige Anschwellungen an feinen Nervenfasern a
ähnliche Elementartheile, wie bei der Körnerschichte der Retina,
ten seien. Aus dem feinen Nervennetz gehen die Fasern hervor,
senkrecht in dem Epithel anordnen, und ich glaube, auf zahlreich
tungen gestützt, annehmen zu dürfen, dass die Fäden, welche in d
förmigen Zellen eintreten, die Forsetzungen der Nerven darstellen.
die dunklen Streifen und der Kern der Spindelzellen, gerade wei
der Osmiumsäure schwarz färben, als nervöse Gebilde angeseh
dürfen, so können auch die Hörhaare als allmählich dünner werd
sätze der Flaschenzellen aufgefasst werden. Diese ziehen zwisch
stützenden cylindrischen Epithelzellen hindurch, und zwar imme

ndeln (Gobius niger?) zu erwähnen, wonach die Nervenprimitivfasern
kt in die Hörhaare übergehen sollen. Der von dem Autor beigegebenen
ildung zufolge werden in dem während der Untersuchung vorhandenen
wicklungsstadium der Thiere die Epithelzellen wahrscheinlich noch nicht
tbar gewesen sein.

In der Umgebung des Nervenhügels der Crista acustica und der Macula
stica treten nach M. Schultze und C. Hasse bei den verschiedenen Thier-
sen theils sternförmige, theils pigmentirte Zellenformen auf, welche zwi-
en den einfachen Cylinderzellen der abhängigen Umgebung der Nerven-
el angebracht sind, über deren specielle Anordnung in den schönen Ab-
dlungen der beiden Autoren Genaueres zu finden ist.



314. Längsschnitt der Ampulle vom Vogel. 1. Knochenwand. 2. Beinhaut. 3. Freier
m zwischen dem knöchernen und häutigen Kanal. 4. Ampullendach an den Knochen
enzend. 5. Verdickte Crista acustica. 6. Nervenfasern in derselben. 7. Cylindrische
nzellen in der Umgebung des Nervenhügels. 8. Grenzmarke zwischen Cylinder- und
lasterzellen. 9. Plattenepithel. 10. Uebergang der Ampulle in den häutigen Kanal.

Was die Hörhaare anlangt, so haben wir zuerst Mittheilung über die
stenz von Flimmerzellen in dem häutigen Labyrinth durch Ecker, Reich
Leydig erhalten. Die wahre Natur der Hörhaare lernten wir jedoch erst
ch M. Schultze kennen. Dieser Forscher hat den Nachweis geliefert, dass
elben starre, allmählich dünner werdende, lange Fasern darstellen, welche
einer breiteren Basis an das Nervenepithel grenzen und mit dem feinen
zen Ende von der Endolymphe umspült werden, wenn nicht, was ich
muthe, eine eigenartig organisirte Kappe die Hörhaare deckt. Jenes Ge-

bilde, welches Leydig in der Ampulle der Taube beobachtet und abgebildet hat, halte ich mit M. Schultze für den im Zusammenhang losgelösten Epithelbeleg der Crista acustica und ihrer Umgebung. Bei den Fischen und Vögeln habe ich aber noch eine besondere feinzellige, zarte Bildung beobachtet, welche entsprechend der Stelle der Ampullenleiste angebracht ist, wo die Hörhaare ihren Sitz haben und über deren genaueres Verhalten ich bis jetzt keine befriedigende Einsicht erlangen konnte.



Fig. 315. Ampullenquerschnitt von Cyprinus carpio. 1. Ampullendach. 2. Seitenwand der Ampulle. 3. Verdickte Stelle der Seitenwand dem Planum semilunare entsprechend. 4. 5. 6. Ampullenboden verdickt mit den Nerven. 7. Nervenepithel. 8. Cylinderzellen. 9. Planum semilunare. 10. Die dem Epithel aufsitzenden strukturlosen Gebilde. 11. Plattenepithel. 12. Cupula terminalis.

Die Länge der Hörhaare beträgt nach M. Schultze bei Rochen 0,04''' P. Sie stehen in bestimmten Abständen von einander und ändern Form und Aussehen sehr rasch auf Zusatz verschiedener Reagentien. Ich habe sowohl bei den Säugethieren, als auch bei den Fischen und Fröschen den Basaltheil der Hörhaare, selbst bei der vorsichtigsten Behandlungsweise, etwas dicker gefunden, als ihn Schultze beschreibt und abbildet.

Ein Unterschied in dem Verlauf der Nerven in der nur wenig verdickten Tunica propria der Maculae acusticae der Säckchen ist, wie schon Henle angibt, darin gegeben, dass der gerade lineare Verlauf nicht so vorhanden ist, wie in der Ampullenleiste. Im Uebrigen ist zwischen Nerv und Epithel dasselbe histologische Verhalten zu erkennen, wie in der Ampulle.

Besonders in die Augen fallend sind die blasigen, strukturlosen Gebilde, welche sowohl an den Hörhaaren der Crista acustica, als auch an dem Planum semilunare dichtgedrängt auf dem Epithel auftreten. Am schönsten habe ich sie an Osmiumsäure-Präparaten von Cyprinus beobachtet. Hier stellen sie einen unebenen Saum an der Innenfläche des Epithels in seiner ganzen Ausdehnung dar (s. Fig. 315).

Bei diesen Fischen scheinen unter gewissen Bedingungen die Hörhaare durch einen Klebestoff zusammengehalten zu werden, denn man beobachtet mitunter hier auf dem Epithelsaum der Ampullenleiste einen regelmässig gebildeten konischen Vorsprung (Cupula terminalis) (Fig. 315), welcher an einigen meiner Präparate mehr als zwei Drittel des Ampullenraumes einnimmt. Er hat eine lichte streifige Beschaffenheit und es laufen die Streifen von der Basis nach der Spitze des Conus zusammen. Die Streifen scheinen jedoch nicht alle Stellen des Hügels zu durchsetzen, denn bei einer Einstellung auf dessen Centrum tritt eine fein granulirte Substanz auf. Einigemal glaubte ich eine Kappe aus zarten Zellen gebildet auf ihm beobachtet zu haben. LANG hat bei den Cyprinoiden die Existenz der Hörhaare geleugnet und an deren Stelle den Hügel als Endapparat der Ampullenleiste beschrieben. Ich glaube vor der Hand in ihm die mit einander verklebten Hörhaare zu erkennen. Immerhin erfordert diese Anordnung noch eingehendere Prüfungen.

Schliesslich muss noch zweier Einrichtungen an den Säckchen Erwähnung geschehen, nämlich:

1) des Aquaeductus vestibuli und
2) des Canalis reuniens.

Auf den ersteren hat BÖTTCHER wieder von Neuem die Aufmerksamkeit gelenkt. Man kennt schon lange jenen Fortsatz, welcher in dem sogenannten Aquaeductus vestibuli von der hinteren Fläche der Pars petrosa nach dem Vorhofe gelangt, und der als Wasserleitung des Vorhofes von alten Zeiten her beschrieben wurde. BÖTTCHER hat in diesem Fortsatz einen epithelialen Kanal erkannt, welcher von einem kernehaltigen Bindegewebe umgeben und an seiner unebenen Innenfläche von einem gefässhaltigen (?) Plattenepithel ausgekleidet ist, das grosse Aehnlichkeit mit der Stria vascularis des Schneckenkanales zeigt. Der im Aquaeductus liegende einfache Kanal endet an der hinteren Fläche der Pars petrosa mit einer blinden Erweiterung und theilt sich in der Nähe der Säckchen in zwei hohle Schenkel, von denen der eine in den Sacculus rotundus, der andere in den Utriculus übergeht. Die Hohlräume der beiden Säckchen erscheinen dadurch in gegenseitige Communication gesetzt. Auf dem Querschnitt des Aquaeductus vestibuli habe ich an einer Stelle seiner Wand ein ziemlich starkes Gefässconvolut beobachtet, so dass HYRTL's Angabe, derselbe sei auch zur Aufnahme von Venen bestimmt, aufrecht erhalten werden muss.

Der Canalis reuniens beschränkt sich nur auf das runde Säckchen. Derselbe wurde von HENSEN entdeckt, von REICHERT, HENLE und mir bestätigt. Er ist mit dem Periost verbunden und unterscheidet sich histologisch von der Säckchenwand nur durch seine feinere Beschaffenheit. Das Kanälchen setzt das runde Säckchen mit dem Ductus cochlearis in Communication, so

dass dasselbe das blinde Vorhofsende der wichtigsten Schneckenabtheilung des Labyrinthes darstellt, gleichwie der Utriculus das blinde Vorhofsende des häutigen Labyrinthes bildet.

5. Otolithen.

Die in der eiweisshaltigen Endolymphe des häutigen Labyrinthes eingeschlossenen Otolithen sind bei den verschiedenen Thieren durch Consistenz, Grösse und Form mannigfach verschieden. Sie werden durch eine helle, zähe Substanz ziemlich fest zusammengehalten. Bei den Reptilien und Knochenfischen erlangen die zierlich geformten Hörsteine eine ansehnliche Grösse, während sie bei den Vögeln, Säugethieren und dem Menschen in amorphem oder krystallisirtem Zustand als rhombische, sechsseitige oder cylindrische kleine Krystalle vorkommen. Man beobachtet aber auch bei einem und demselben Thiere Otolithen von verschiedener Grösse und Gestalt.



Fig. 316. Otolithen verschiedener Thierklassen. 1. O. von der Ziege; 2. vom Häring; 3. vom Seeteufel; 4. von Makrele; 5. von Pterois volitans (nach Breschet); 6. vom Hecht; 7. von Cyprinus carpio; 8. von der Roche (nach Leydig); 9. von Scymnus lichia (nach Leydig); 10. vom Auerhahn (nach Leydig).

In den schönsten Formen treten drei oder auch vier Otolithen bei den Knochenfischen auf, wo sie in den Säckchen sowohl, als auch in den Ampullen fixirt sind. Bei dem Menschen und den Säugethieren erzeugen sie weisse Flecke an den Maculae acusticae, und sowohl hier, als bei den übrigen Thieren sind sie durch eine zähe, gallertartige Substanz festgehalten, welche Lang bei den Cyprinoiden als eigene gefensterte Membran (eine Cuticularbildung nach Kölliker) beschrieben hat.

Auch Deiters und Hasse geben an, dass eine gefensterte Cuticularbildung an der Innenfläche der cylindrischen Epithelzellen im Steinsack des Frosches aufliege, wodurch ihre Berührung mit dem Otolithen gehindert werde. Ich habe dieses Fixirungsmittel des Hörsteines beim Frosche sehr schön an Durchschnitten durch das Gehörorgan in situ gesehen. Die Otolithen sind wesentlich aus kohlensaurem Kalk gebildet, aber es soll nach Henle bei Behandlung mit Säuren ein Rückstand bleiben, welcher aus organischer Substanz (Otolithenknorpel) besteht. Leydig hat an den Otolithen des Auerhahnes die Beobachtung gemacht, dass nach Behandlung derselben mit doppeltchromsaurem Kali

an den beiden Polen eine eigenthümliche Zeichnung entsteht, welche spitzig zulaufend sich ins Innere hineinzieht. (s. Fig. 316. 10.)

Erwähnt muss noch werden, dass beim Menschen und den Vögeln auch in den häutigen Bogengängen, besonders in dem horizontalen und nach HYRTL in dem Serum der Schneckengänge, Otolithen in grosser Anzahl beobachtet werden, selbst dann, wenn der Vorhof unversehrt erhalten blieb. Man kann in diesem Falle wohl nicht annehmen, dass dieselben von dem Utriculus aus in die Gänge gelangt seien.

6. Das ovale Fenster und seine Verbindung mit der Basis des Steigbügels.

Die Mehrzahl der Schriftsteller beschreibt die Einfügung der Basis des Steigbügels in das ovale Fenster als sehr einfach, während ich eine ziemlich complicirte Einrichtung finde, und es hat auch schon SÖMMERING[1]) darauf hingewiesen, indem er sagt: »dass die Basis des Steigbügels im halbovalen Fenster durch ein zartes Gelenkkapselchen befestigt sei.« Ob nun aber SÖMMERING mit dem Namen Gelenkkapselchen auch eine gelenkige Verbindung, oder nur eine Faserlamelle, die einer fibrösen Gelenkkapsel ähnlich sei, bezeichnen wollte, ist aus der kurzen Notiz nicht zu entnehmen. Mehrere Schriftsteller sprechen von einer einfachen Faserverbindung, welche sie als Lig. orbiculare baseos stapedis aufführen.

Dem thätigen Engländer TOYNBEE war es vorbehalten, eine genauere Beschreibung der Vereinigung der Steigbügelfussplatte mit dem ovalen Fenster zu liefern.

Von TOYNBEE[2]) wurde zuerst auf die in physiologischer Hinsicht sicherlich wichtige Formverschiedenheit zwischen dem vorderen und hinteren Rande der Basis des Steigbügels aufmerksam gemacht, sowie auch von demselben Autor zuerst der hyaline Knorpel am ovalen Fenster und der Steigbügelbasis beschrieben wurde.

Wenn man an einem gelungenen Horizontalschnitt das vordere mit dem hinteren Ende der Basis des Steigbügels vergleicht, so ergibt sich neben der Dickenzunahme an diesen Stellen, dass hinten die ziemlich hohe Contaktfläche einen fast rechten Winkel zur Vestibularfläche der Fussplatte bildet, und dass die Fussplatte sich gegen den hinteren Steigbügelschenkel in Form eines Vorsprunges absetzt (s. Fig. 317). Die Contaktfläche an der vorderen Umrandung der Fussplatte ist etwas niedriger, als die hintere, und erscheint spitzwinkelig zu ihrer Vestibularfläche gestellt, wie denn das ganze vordere Ende, welches den entsprechenden Schenkel überragt, etwas länger erscheint, als das hintere, und es ist wohl annehmbar, dass durch die schiefe Fläche und

1) Vom Bau des menschlichen Körpers. Frankfurt 1796. Th. II. Seite 12.

2) British and foreign Medico-chirurgical Review 1853.

die grössere Länge des vorderen Randes der Fussplatte dem Zug des will-
lichen Musc. stapedius ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird.

Die erwähnten ziemlich dicken Ränder der Steigbügelbasis sind von ei
hyalinen Knorpellamelle belegt, welche auf dem Querschnitt einen Dur
messer zeigt, der zwischen 0,012 — 0,024 Mm. variirt. In die uneben
chenfläche senkt sich die hyaline Knorpelsubstanz ein, um auch hier, w
den übrigen Knochenverbindungen des Körpers eine Congruenz der Fl
zu vermitteln. Aber nicht nur der vordere und hintere Rand der Steigbü
fussplatte ist mit diesem Knorpel belegt, sondern die ganze Vestibularfl
des Steigbügels wird von demselben überzogen. Gedeckt ist der Knorpel
letztgenannter Stelle durch ein kernehaltiges Fasergewebe, dem Perich



Fig. 347. Horizontaldurchschnitt durch die Steigbügelbasis in Verbindung mit dem h
teren Rande des ovalen Fensters. 1. Knochenrand der Basis mit dem hyalinen Knorp
beleg. 3. Dünne Knochenlamelle der Basis. 4. Winkel zwischen dem Steigbügelschenk
und dem prominirenden Rand der Basis. 5. Hinterer Rand des ovalen Fensters mit de
hyalinen Knorpelbeleg. 6. Knorpel an der Vestibularfläche der Basis mit dem Perichondri
7. Ligamentum baseos stapedis vestibulare. 8. Lig. baseos stapedis tympanicum. 9. El
stische Faserlage. 10. Lücken zwischen denselben. 11. Knochenleiste. 12. und 13. Mus
fixator baseos stapedis.

drium, welches der Auskleidung des Vorhofes angehört. Die homoge
Grundsubstanz des Knorpels unterscheidet sich von dem angrenzenden Kno
chengewebe durch ihre gelbliche Färbung, und die rundlichen Knorpelzelle
treten an Imbibitionspräparaten durch die intensive Färbung ihrer Kerne
der mehr farblos bleibenden Grundsubstanz sehr deutlich hervor.

In der Mitte der Vestibularfläche der Steigbügelbasis ändert sich d
Form der Knorpelzellen, indem sie eine längliche Gestalt annehmen und al
mit dem längsten Durchmesser in sagittaler Richtung stehen.

Auch die Umrandung des ovalen Fensters ist mit eine
hyalinen Knorpelbeleg versehen. Derselbe hat am hinteren Rande d
gleiche Stärke, wie jener an der ihm zugekehrten Steigbügelfläche, vorn ab
misst er 0,040 — 0,048 Mm. Gegen die Paukenhöhle hin ist dieser Knorp

schärfer abgegrenzt, als im Vorhofe, wo er über die Grenze des ovalen Fensters hinausgeht und dünn zulaufend die Vorhofsfläche eine Strecke weit ...net.

An den hyalinen Knorpel grenzt sowohl am ovalen Fenster, als auch am Rande der Steigbügelfussplatte eine gleich starke, wesentlich elastische Faserlage, welche sehr dicht ist und durch ihre starke Färbung an Imbibitionspräparaten in die Augen fällt. Ihre Fasern laufen von den Knorpeln aus gegen einander und an jener Stelle, wo beide sich berühren, wird durch netzartige Vereinigung der Gewebsbündel ein Lückensystem erzeugt, welches mit Flüssigkeit gefüllt ist. Gegen den Vorhof und die



Fig. 318. Horizontalschnitt durch den vorderen Rand der Steigbügelbasis in Verbindung mit dem ovalen Fenster. 1. Spitzwinkeliger Rand der Basis mit dem Knorpel. 2. Fussplatte. 3. Vorderer Schenkel. 4. Rand des ovalen Fensters mit dem hyalinen Knorpel. 5. Ligamentum baseos stapedis tympanicum. 6. Lig. baseos stapedis vestibulare. 7. Elastische Faserlage am ovalen Fenster. 8. Dieselbe an der Basis des Steigbügels. 9. Lückensystem im Centrum der Faserlage. Die beiden Bänder an der Basis sind an den Präparaten nicht so scharf abgesetzt, als an beistehender Zeichnung.

Paukenhöhle hin geht das elastische dichte Gewebe von einem Knorpel zum anderen und bildet ein Lig. orbiculare baseos stapedis vestibulare und in der Paukenhöhle ein schwächeres Lig. orbiculare baseos stapedis tympanicum. Das letztere steht mit der Paukenhöhlenschleimhaut in Zusammenhang, ohne jedoch so scharf von seiner Umgebung abgegrenzt zu sein, wie in der Fig. 318 dargestellt ist.

An dem oberen und unteren Rande der Basis des Steigbügels ändert die Verbindung dadurch ihren Charakter, dass die etwas nach der Paukenhöhle aufgeworfene gleich dicke Einfassung der Basis etwas kleinere Contaktflächen besitzt, als die beschriebenen am vorderen und hinteren Ende. Aber auch hier sind Knorpelbelege vorhanden, welche sich gegen die Mitte der Vestibularfläche der Basis etwas verstärken. Mit dem Knorpelbeleg am ovalen Fenster

findet die Vereinigung durch eine elastische Faserlage statt, in deren G[illegible] die mit einander communicirenden Lücken spärlicher auftreten, als [illegible] des vorderen und hinteren Randes.

Die Verbindung des Steigbügels mit dem ovalen Fenster ist somit [illegible] eine reine Syndesmosis noch eine Synchondrosis, sondern es liegt eine [illegible] der Verbindung vor, welche, wollte man dieselbe in das Schema der [illegible] schiedenen Arten der Knochenverbindung einreihen, sich zunächst [illegible] sog. Halbgelenke anschliesst. Sie unterscheidet sich nur dadurch von [illegible] Halbgelenken, dass eine grössere Anzahl von miteinander communicire[illegible] Hohlräumen vorhanden ist, während die Halbgelenke durch eine unre[illegible] mässig abgegrenzte Höhlenbildung charakterisirt sind.

Wenn man ganz absieht von der Benennung dieser Verbindung, so g[illegible] zunächst aus unserer Darstellung hervor, dass die Steigbügelfussplatt[illegible] ovalen Fenster eigenartig eingefügt ist, eine Thatsache, welche schon Hel[illegible] holtz experimentell festgestellt hat. Von Helmholtz wurde der Nachweis [illegible] liefert, dass die Beweglichkeit der Steigbügelbasis eine sehr geringe ist, [illegible] dem die grössten Werthe für die Excursionen des Steigbügels $^1/_{18}$ — $^1/_{20}$ [illegible] betragen. Nach den früheren Darstellungen der Verbindung des Steigbü[illegible] mit dem ovalen Fenster musste eine grössere Beweglichkeit angenommen [illegible] den. Die Durchmesser des knöchernen ovalen Fensters werden aber in [illegible] Richtungen durch die elastischen Kissen, den hyalinen Knorpel, so [illegible] verkleinert, dass die überknorpelte Steigbügelbasis mit ihren ziemlich bre[illegible] Contactflächen hineinpasst und somit wenig Spielraum für ihre Beweg[illegible] übrig bleibt.

Einer bisher übersehenen Anordnung an der Paukenhöhlenfläc[illegible] der Basis des Steigbügels habe ich noch zu gedenken, welche ich nach d[illegible] mir bis jetzt vorliegenden Beobachtungen für einen vegetativen Musk[illegible] Musc. fixator baseos stapedis, halten möchte.

Einen Millimeter entfernt vom ovalen Fenster entspringt an dessen hinte[illegible] und oberer Umrandung in der Paukenhöhle ein dünnes Knochenleistche[illegible] welches auf dem Querdurchschnitt einen Durchmesser von 0,080 Mm. besi[illegible] Dasselbe erscheint an Flächenansichten als schwache, bogenförmige Lei[illegible] von S förmiger Krümmung und endet mit einer stumpfen Spitze, welche d[illegible] prominirenden Rande der Steigbügelbasis gegenüber steht. Seine Bedeutu[illegible] konnte nur an Querdurchschnitten erkannt werden. Die Schleimhaut steht [illegible] diesem Knochenleistchen in ähnlicher Beziehung wie zu jedem anderen G[illegible] bilde, das in die Paukenhöhle vorspringt.

Als directe Fortsetzung dieser Knochenleiste tritt ein gelblich g[illegible] färbtes, festes Gewebe auf, welches sich im Winkel zwischen d[illegible] Steigbügelschenkel und dem etwas abstehenden Theil der Fussplatte befesti[illegible] Dieses Gewebe steht aber nicht nur mit dem Knochen, sondern auch mit d[illegible] Knorpelbeleg in Zusammenhang (s. Fig. 317).

Schon an imbibirten Querdurchschnitten sieht man längliche, gefärb[illegible]

eifen, welche an isolirten Präparaten als spindelförmige Zellen sich dar-llen, die ich zur Zeit nur als contractile Faserzellen deuten kann.

Dieser Fixator baseos stapedis beschränkt sich nicht nur auf das hintere de der Basis des Steigbügels, obschon er hier am stärksten ist, sondern er zt sich gegen den oberen Rand hin fort und kann zufolge seiner Zug-htung als Antagonist des willkürlichen Musc. stapedius aufgefasst werden; nn er fixirt die Basis an jener Stelle, welche durch die einseitige Wirkung s Musc. stapedius gegen den Vorhof gedrängt wird.

Literatur.

CARPA, A., Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789.

. H. WEBER, De aure et auditu hominis et animalium. Lipsiae 1820.

RESCHET, G., Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organ de l'ouie des poissons. Paris 1838.

TEIFENSAND, KARL, Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorganes. MÜLLER's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1835. Seite 171.

ECKER, A, Ueber Flimmerbewegung im Gehörorgan von Petromyzon marinus. MÜLLER's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1844.

HYRTL, Vergleichend anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan. Prag 1845.

REICH, H., Ueber den feineren Bau des Gehörorganes von Petromyzon und Ammocoetes. In ECKER's Untersuchungen zur Ichthyologie. 1857.

LEYDIG, F., Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.

M. SCHULTZE, Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth. J. MÜLLER's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1858.

REICHERT, Beitrag zur feineren Anatomie der Gehörschnecke. Berlin 1864.

VOLTOLINI, VIRCHOW's Archiv für pathologische Anatomie. Band XXII, XXVII und XXXI.

RÜDINGER, Ueber das runde Säckchen. Sitzungsberichte der k. b. Academie der Wissensch. zu München. Jahrgang 1863. Bd. II. S. 55.

———, Ueber die Zotten in den häutigen halbc. Canälen. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. II.

———, Ueber das häutige Labyrinth im menschlichen Ohre. Aerztliches Intelligenzblatt. Juni 1866.

———, Vergleichend anatomische Studien über das häutige Labyrinth. Monatsschrift für Ohrenheilkunde. No. 2. 1867.

KÖLLIKER, A. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1867.

LUCAE, A., Ueber eigenthümliche Gebilde in den häutigen Canälen. VIRCHOW's Archiv. Bd. XXXV.

DEITERS, O., Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Archiv für Anatomie und Phys., von REICHERT und E. DU BOIS-REYMOND. 1862.

SCHULZE, FRANZ EILHARD, Zur Kenntniss der Endigungsweise des Hörnerven bei Fischen und Amphibien. Archiv für Anatomie und Physiologie, von REICHERT u. DU BOIS-REYMOND. 1862.

HARTMANN, R., Die Endigungsweise des Gehörnerven im Labyrinthe der Knochenfische. Ebenda 1862.

LANG, GUSTAV, Das Gehörorgan der Cyprinoiden, mit besonderer Berücksichtigung der Nervenendapparate. v. SIEBOLD und KÖLLIKER's Zeitschrift für wiss. Zoologie. 1863.

HENSEN, V., Studien über das Gehörorgan der Decapoden. v. SIEBOLD und KÖLLIKER's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. 1863.

HENLE, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

———, Handbuch der systematischen Anatomie. 1866.

St. Pétersbourg. 1869.
BÖTTCHER, Ueber den Aquaeductus vestibuli. Du Bois-Reymond und Reichert's Arch

IV.

Hörnerv und Schnecke.

Von

W. Waldeyer.

Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Uebersicht.

Während der im vorigen Capitel behandelte Bogenapparat (Utriculus und Bogengänge) schon bei der Mehrzahl der Fische in vollkommener Entwickelung sich vorfindet, ist die zweite Abtheilung des häutigen Gehörlabyrinthes, der Schneckenapparat, in seiner wesentlichen Ausbildung erst ein Attribut der höheren Wirbelthierklassen. Der Schneckenapparat umfasst den Sacculus, der sich in seinem histologischen Verhalten mehr an den Utriculus anschliesst (s. d. vor. Cap.), und einen vom Sacculus ausgehenden blind endenden Gang, den Ductus cochlearis.

Die erste Spur eines ductus cochlearis zeigen die Knochenfische, bei denen nach HASSE's ([25]) überzeugender Darstellung eine kleine Ausbuchtung des Sacculus (Fig. 319 *IC*), die von BRESCHET ([5]) sogenannte Cysticula, als Schneckenrudiment anzusprechen ist.

Bei den Amphibien können schon mehrere Abtheilungen des Sacculus als zur Schnecke gehörig unterschieden werden, doch erheben sich diese mit Ausnahme einer kleinen, mehr selbständig vortretenden Ausbuchtung, welche der Cysticula der Fische und der Lagena der Vögel entspricht, kaum über die Wand des Sacculus (Steinsackes); sie stellen vielmehr einzelne, mit besonderen Nervenendigungen versehene Verdickungen der Sackwand dar (DEITERS ([15]), HASSE ([24]).

Eine weitere Ausbildung des Schneckenapparates zeigen die Reptilien und die Vögel. Bei den ersteren treten bereits sämmtliche Abtheilungen der Schnecke in Gestalt eines kegelförmigen Anhanges über das Niveau des Sacculus hervor, besonders bei den Krokodilen, welche in dieser Beziehung den Vögeln am meisten sich nähern. Bei den letzteren sind, wie es HASSE wahr-

scheinlich gemacht hat (Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 17. p. 631), Sacculus und Utriculus zu einem Alveus communis verschmolzen (Fig. 319 II US;

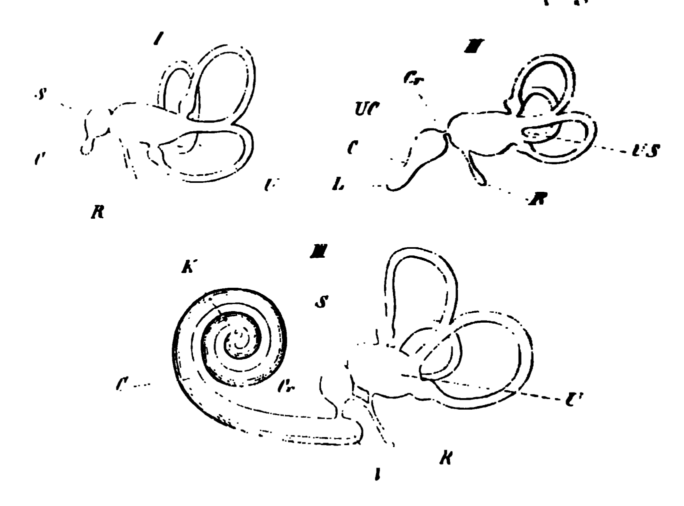
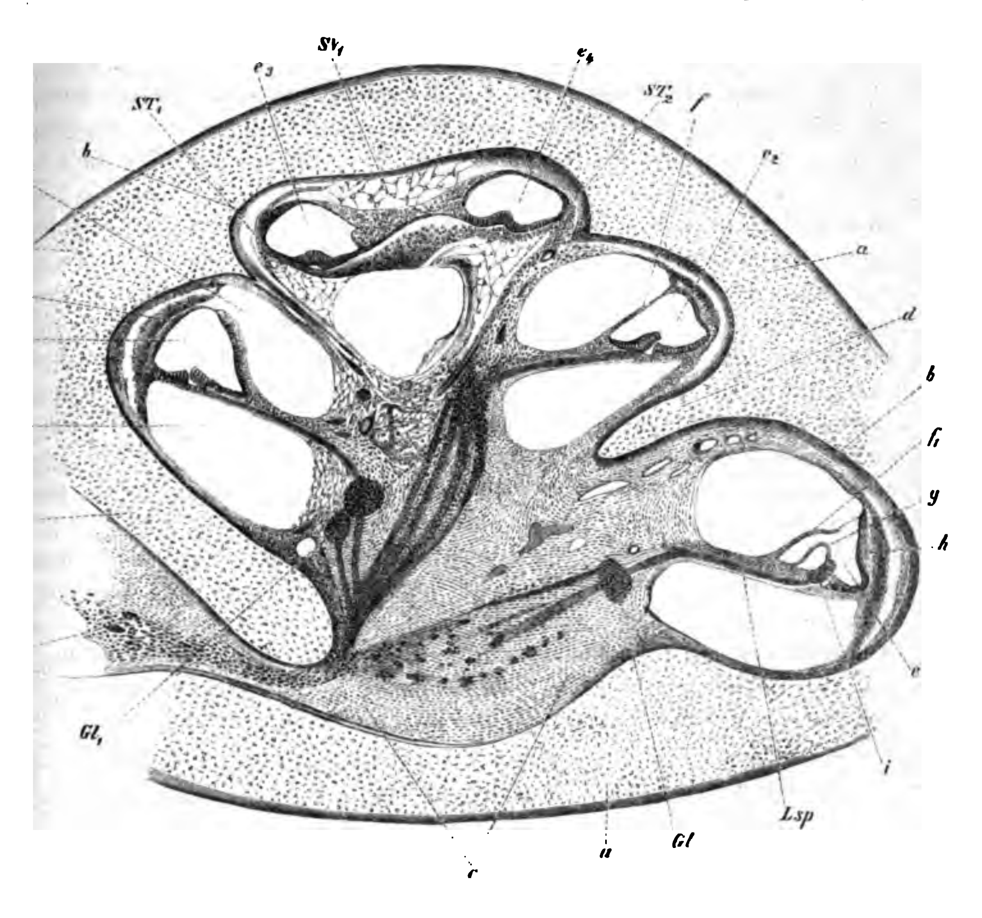


Fig. 319. Drei schematische Zeichnungen zur Erläuterung der Verhältnisse des labyrinthes in der Wirbelthierreihe. I) Schema des Fischlabyrinthes. U. Utric Bogengängen. S Sacculus. C. Cysticula. R. Aquaeductus vestibuli. II) Sche Vogellabyrinthes. US. Alveus communis. C. Cochlea. UC Anfangstheil der Sc L. Lagena. Cr. Canalis reuniens. R. wie vorhin III) Schema des Säugethierlaby U. S. Cr. wie vorhin. R. Aquaeductus vestibuli sich in zwei Schenkel für U und Sacculus spaltend. C. Ductus cochlearis mit V, dem Vorhofsblindsacke und Kuppelblindsacke.

Schneckengang (C) ist bedeutend verlängert und lässt mehrere Abtheilung Anfangstheil oder die eigentliche Schnecke (UC) und den flaschenförmige abschnitt, die Lagena (L) (Windischmann), unterscheiden. Hier begin schon die erste Andeutung einer spiraligen Aufwindung des Schnecken Die Communication des letzteren mit dem Alveus wird durch einen Gang, den Canalis reuniens (Hensen), vermittelt, der nach den rungen von Hasse bei ausgewachsenen Vögeln häufig zu obliteriren sch wenigstens fand sich an dessen Stelle zuweilen nur ein kleines Gefäss.

Fig. 319 III stellt das Schema eines Säugethierlabyrinthes dar; apparat und Schneckentheil communiciren nur durch Vermittelung des A ductus vestibuli (R) (s. d. vor. Capitel) miteinander (Böttcher) (s Ductus cochlearis (C) hat sich ausserordentlich entwickelt und bild Hauptmasse des Labyrinthes; auch hat er sich vom Sacculus, wie sch den Vögeln, fast vollkommen emancipirt und steht nur durch den eng nalis reuniens (Cr) mit demselben in Verbindung. Der Canalis reunie von der vestibulären Wand des Ductus, der Membrana Reissneri (s. aus; er mündet unter einem fast rechten Winkel in den Schneckenga dass jenseits noch ein kleiner Blindsack, der Vorhofsblindsack (Reichert angehängt erscheint. Das andere Ende des Ganges endet ebenfalls

ippelblindsack (Reichert) (*K*). Canalis reuniens und beide Blindsäcke
d nur von einem kurzcylindrischen Epithel ausgekleidet und erhalten keine
sern vom N. acusticus. Der Schneckengang, der eigentlich erst hier seinen
men verdient, ist um eine knöcherne Axe, den Modiolus, spiralig aufge-



ig. 320. Durchschnitt der Gehörschnecke eines viermonatlichen menschl. Embryo. $^{9}/_{1}$. *a, a, a.* Knorpeliges Schneckengehäuse. b, b. Perichondrium. c. Schleimgewebige irundlage des Modiolus. *d, d.* Knorpelige Septa der einzelnen Schneckenwindungen. -e_4. Durchschnitte des Ductus cochlearis. *f, f_1* Reissner'sche Membran. *g.* Membrana ectoria etwas von ihrer Unterlage abgehoben. *h.* Anlage der Stria vascularis. *i.* Anlage es späteren Corti'schen Organes. *Lsp.* Lamina spiralis. *Gl, Gl_1.* Ganglion spirale mit erschiedenen ab- und zutretenden Nervenbündeln. *ST.*, Scala tympani. *SV.*, Scala estibuli. *ST_1, SV_1, ST_2.* Schleimgewebe an Stelle der späteren Treppen in der letzten Schneckenwindung.

vunden. Die Zahl der Windungen wechselt bei den verschiedenen Gattungen on $1^1/_2$ bis zu 5; sie liegen bald mehr in einer Ebene wie beim Gehäuse von lanorbis (Cetaceen), bald steigen sie steil an dem Modiolus hinauf wie bei iner Clausilia (Meerschweinchen) — flach- und steilgewundene Schnecken —.

Indem ich für den Sacculus auf das vorhergehende Capit
halte ich es mit Rücksicht auf den etwas verwickelten Bau der S
zweckmässig, der histologischen Schilderung eine kurze Darstellu
chernen Gehäuses und der Situation des Ductus cochlearis, ve
einer Skizze der Entwickelung dieser Theile, voraufzuschicken.
mit der Schnecke der Säugethiere und des Menschen.

Der Medianschnitt durch die Axe des menschlichen Schnec
Fig. 320 zeigt uns einen in die harte Masse des Felsenbeines e
röhrenförmigen Kanal, der in immer enger werdenden Windung
cherne, sich zur Spitze hin ebenfalls stetig verjüngende Axe u
oben in der sogenannten Kuppel blind zu enden. Dieser Kan
ganzen Länge nach von einer theils knöchernen, theils häutigen S
durchsetzt, der Lamina spiralis, welche nach aussen den Duct
trägt, indem sie sich gleichsam in zwei der knöchernen Schnecken
rirende Blätter spaltet (Fig. 320 *Lsp.*). So wird der knöcherne
kanal durch den Ductus cochlearis und seine beiden Anheftunge
cherne an den Modiolus und die häutige an die Aussenwand, in
mern, die Scafa tympani (*ST*) und die Scala vestibul
schieden, die nur in der Schneckenkuppel durch eine feine Oeff
SCHETS Helikotrema, mit einander communiciren. Die Sc
endet, durch die Membran des runden Fensters von der Pauken
schlossen, blind; die Scala vestibuli anastomosirt direct mit
lymphatischen Raume der Vorhofssäckchen. — Die Lagerung des
Schneckengehäuse entspricht also der der Bogengänge und Säckch
gen Labyrinthe (s. d. vor. Cap.). Derselbe ist, wie diese, exc
der äusseren Kanalwand befestigt, und zwar von zwei Seiten her.

Die (mit Bezug auf die Axe) mediale Befestigungsplatte, we
zeitig die Nerven zuträgt, ist hier sehr lang ausgezogen und
(Lamina spiralis ossea); die laterale, vorzugsweise Gefässe führe
tungsplatte (Fig. 320 das Bindegewebe zwischen *h* und *b*; Fig. 321
bildet ein auf dem Durchschnitte halbmondförmiges dickes Bindegew
Ligamentum spirale KÖLLIKER, s. w. u.

Der Ductus cochlearis (Fig. 320 ... Fig. 321 und 322 ...)

-stossen Membrana Reissneri und Crista spiralis unter einem mehr oder minder spitzen Winkel zusammen.

Wir werden im Nachfolgenden die nach dem Modiolus der Schnecke blickenden Flächen als »innere« (mediale), die der Aussenwand des knöchernen Schneckencanales zugekehrten als »äussere« (laterale) bezeichnen. Alles, was in der Richtung von der Axe zur Aussenwand verläuft, nennen wir »radial«, den dem Gange der Schneckenwindungen folgenden Verlauf dagegen »spiral« (Henle). Endlich sollen als »vestibular« bez. »tympanal« diejenigen Flächen eingeführt werden, welche nach der Vorhofstreppe, bez. der Paukentreppe hingewendet sind. [1])

Die Entwickelung der Schnecke anlangend, die ich hier mit ein paar Worten berühren muss, so sind schon bei 8–10 wöchentlichen menschlichen Embryonen in der Gegend der späteren pars petrosa des Schläfenbeines drei verschiedene Gewebsbestandtheile deutlich zu unterscheiden: zu äusserst eine knorpelige Masse, welche um diese Zeit mit der übrigen knorpeligen Schädelbasis continuirlich zusammenhängt; dann, umschlossen von dem Knorpel, ein ansehnlicher Ballen embryonalen Schleimgewebes, in welches wieder das epitheliale Labyrinthbläschen eingebettet ist. Aus demjenigen Theile des letzteren, welcher später dem Sacculus entspricht, wächst beim Menschen schon vor der 8ten Woche ein epithelialer Hohlsprossen hervor, welcher allmählich immer weiter in das Schleimgewebe eindringt und, genöthigt durch die umgebende festere Kapsel, sich dabei in seinem weichen Bette spiralig aufdreht. An einer Stelle ist die Knorpelkapsel nicht geschlossen und hier tritt der ramus cochlearis des Hörnerven heran. Bei dreimonatlichen menschlichen Embryonen zeigt der epitheliale Hohlsprossen, die Anlage des Ductus cochlearis, schon seine sämmtlichen Windungen; bei viermonatlichen Früchten beginnt die Ausbildung der Treppengänge sowie der im Ductus selbst enthaltenen Theile (Fig. 320).

Die ersteren entstehen durch Verflüssigung des Schleimgewebes zu beiden Seiten des Ductus cochlearis (s. Fig. 320, wo dasselbe in der letzten Windung noch erhalten ist), während es zwischen je zwei Windungen als trennende Wand, an deren Bildung jedoch auch ein Theil der knorpeligen Kapsel (*d* Fig. 320) theilnimmt, verknöchert. Ferner bleibt ein vom Ductus ausgehender, zur schleimgewebigen Axe führender Strang zurück, in welchem schon frühzeitig die Fasern und Ganglienzellen des N. acusticus sichtbar werden (*L sp.* und *Gl.* in Fig. 320). Dieser Strang verknöchert zum Theil, und zwar in der Nähe der Axe (Lamina spiralis ossea), und bleibt stets in eigenthümlicher Weise mit der bindegewebigen Membrana propria des Ductus,

1) Es gibt kaum eine so reiche und verwickelte Nomenclatur auf kleinem Gebiete, wie in der Anatomie der Schnecke. Die Verwirrung wird nicht gemindert durch die wenig empfehlenswerthe Sitte, dass jeder Autor, der ein längst gekanntes Gebilde mit einer neuen Beschreibung ausstattet, demselben auch einen neuen Namen mitgeben zu müssen glaubt. Vielleicht erscheinen den Fachgenossen die hier festgehaltenen Namen nicht ungeeignet zu einer Einigung. Jedenfalls ist kaum ein neuer darunter, wogegen viele überflüssige und doppelt gegebene Bezeichnungen einfach übergangen sind.

welche zu dieser Zeit schon als besondere Lage nachzuweisen
zen. Die Membrana propria bildet sich genau so aus dem Sch
das hineingewachsene Epithelrohr hervor, wie z. B. die Theca
Follikel oder die bindegewebige Wand des Utriculus und d
Wir finden überhaupt denselben Vorgang stets da wieder, w
wickelung epitheliale Massen in eine bindegewebige Grundlage
(vgl. HIS Entwickelung des Hühnchens, Leipzig 1868). Die
dungen scheinen einen formativen Reiz auf ihre bindegewel
auszuüben, welches eine reichliche Zellenwucherung dicht u
rohr zur Folge hat, aus der sich dann später die Membran
ursprünglich nackten epithelialen Massen hervorbilden. So l
sondere für den Ductus cochlearis die Abbildungen von E.
dessen Figur 1 Taf. II ich lediglich zustimmen kann. Endli
auch die schleimgewebige Schneckenaxe, in der die Fasern de
bettet liegen. An allen verknöcherten Theilen bleiben Reste
webes als ein zartes Periost zurück; frühzeitig schon lässt s
deres Perichondrium an der Innenwand des Schneckengehäu
den, mit welchem jedoch später die Reste des Treppen
verschmelzen.

Das Epithel des Ductus cochlearis (Fig. 320 $e-e_1$) ist ge
Epithel des Labyrinthbläschens eins und dasselbe und daher,
Angaben von REMAK folgen wollen, auf das embryonale Hornb
führen, durch dessen Einstülpung in die Felsenbeingrundlage
Bläschen entstehen soll. Die Spuren dieser Einstülpung verrat
wie jüngst BÖTTCHER [3] demonstrirt hat, in der auch bei Erwa
tenen epithelialen Auskleidung des Aquaeductus vestibuli (Rece
REISSNER), der bei den Plagiostomen sogar mit einer feinen Oe
äusseren Haut ausmündet. — STRICKER [61], SCHENK [63] und T
nun für die Batrachier gezeigt, dass nicht sowohl das Hornblatt
ein unmittelbar darunter gelegenes, von STRICKER sogenannte
es ist, durch dessen Einstülpung das Gehörlabyrinth entsteht,
welche neuerdings durch VAN BAMBEKE [58] bestätigt wurde. E
die Uebereinstimmung in der Entwickelung des Labyrinthes u
so wie des Geruchsbläschens, welche sämmtlich mit dem C

lernen zunächst die ursprünglichen Weichtheile der Schnecke von ihrer
chernen, dem Felsenbeine angehörigen Kapsel sondern; wir lernen die
ppen als secundäre Bildungen um den Hauptkanal der Schnecke, den
ctus cochlearis, kennen, dessen epitheliale Auskleidung sich schliesslich als
Kernpunct des gesammten Apparates hinstellt. Somit ergibt sich als die
ürlichste Gruppirung der histologischen Beschreibung: die knöcherne
hneckenschale mit ihrem Periost, dann die Gebilde des Modiolus und der
mina spiralis, die Treppen nebst der bindegewebigen Wandschicht des
ctus cochlearis, und endlich die epitheliale Auskleidung des letzteren.
eran reiht sich die Darlegung der Endausbreitung des N. acusticus, in
lche auch das Nöthige über das histologische Verhalten des Hörnervenstam-
es einbezogen werden soll.

Schneckenkapsel, Membrana propria des Ductus cochlearis.

In Bezug auf die knöcherne Kapsel der Schnecke mag es genügen,
n compacten Bau ihrer inneren Lagen zu betonen, welche arm an Knochen-
llen sind und eine Art Tabula vitrea bilden. Umgekehrt haben die aus
hleimgewebe verknöcherten Schneckentheile, Modiolus und Lamina spiralis,
en mehr porösen Character; sie führen zahlreiche kleine Markräume neben
n Gefäss- und Nervenkanälen. Einer dieser Kanäle, der von ROSENTHAL
tdeckte Canalis ganglionaris (CLAUDIUS, VIETOR (55)) birgt das Gang-
on spirale des N. acusticus und liegt gewöhnlich im Anfangstheile der
mina spiralis mit dieser die Spindel umkreisend (Fig. 320 und Fig. 322).

Beim Menschen ist dieser Kanal von vielen Knochenbälkchen durchzogen, so
ss er streng genommen einen kanalförmigen cavernösen Hohlraum darstellt, in
ssen Maschenräumen die Ganglienzellen und Nervenfasern lagern.

Vom Periost der Schneckenwand ist, was sein Verhalten zum Ductus
chlearis betrifft, bereits die Rede gewesen; im Uebrigen darf ich auf die im
rigen Capitel gegebene Beschreibung des Labyrinthperiostès verweisen.
r möchte ich noch besonders auf das häufige Vorkommen von sternförmigen
gmentzellen, ähnlich den Stromazellen der Chorioidea, aufmerksam machen;
sonders reichlich sind diese Zellen beim Menschen und bei der Ratte ent-
ckelt. Die Innenfläche des Periosts ist überall, mit Ausnahme der tympa-
len Fläche der Membrana basilaris, wo mir der Nachweis ebenso wenig wie
LLIKER (30) gelang, von einer einfachen Lage grosser, platter kernhaltiger Zel-
überkleidet, deren Versilberung dieselben Bilder liefert, wie man sie an
mphsäcken oder serösen Häuten gewinnt. Schon LUSCHKA (Structur der
ösen Häute, Tübingen 1851) hat hier an letztere erinnert; vgl. auch die
gaben von REICHERT (41—45). Durch die SCHWALBE'schen Untersuchungen [1]
rd es ausserdem sicher gestellt, dass die Treppengänge einer lymphatischen
vität und speciell dem Perichorioidealraume des Bulbus oculi, bez. dem

1) Centralblatt für die medicin. Wissensch. 1869.

Arachnoidealraume des Gehirnes entsprechen. (Vgl. auch die Ang
KÖLLIKER ([62], [34]).

Die Membran des runden Fensters gehört sowohl der Schlei
der Paukenhöhle als auch dem Periost der Schnecke an und zeigt dem

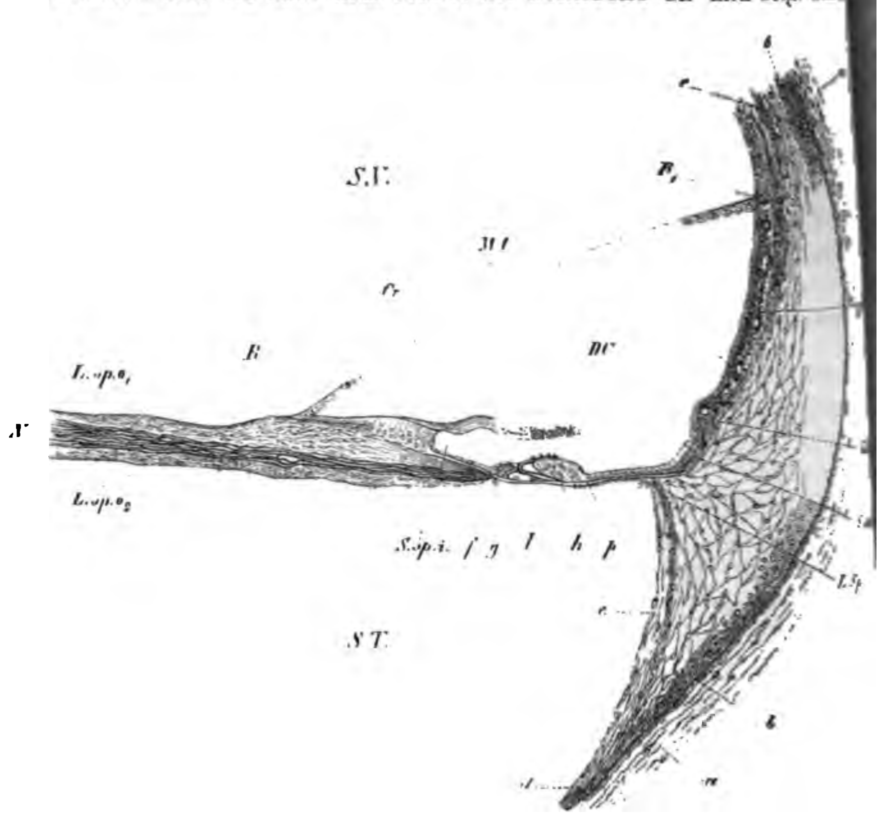


Fig. 321. Senkrechter Durchschnitt der ersten Schneckenwindung eines $1\frac{1}{2}$jähr Kindes. $^{100}/_{1}$. (Die Membrana tectoria ist nach einem anderen Präparate dersel Schnecke eingezeichnet.) *S.V.* Scala vestibuli. *S.T.* Scala tympani. *DC.* Ductus coch ris. *L. sp.* o_1 vestibulare, *L. sp.* o_2 tympanale Lamelle der Lamina spiralis ossea Schneckennerv. *a, a.* Knöcherne Schneckenwand. *b, b.* Periost. *e, e.* Bindegewebski (Ligamentum spirale KÖLLIKER), zum Theil von der knöchernen Wand abgelöst und in Nähe des Ductus cochlearis zur besondern fibrösen Wandschicht desselben verdic *St. v.* Stria vascularis. *d.* Stelle, wo Periost und das Gewebe des Bindegewebskissens sammenfliessen. *L. Sp.* Ligamentum spirale HENLE. *L. Sp. a.* Lig. spirale accessor mit dem Vas prominens. *S. sp. e.* Sulcus spiralis externus. *R*-R_1. Reissner'sche Meml nur in beiden Endstücken erhalten. *R-Cr.* Crista spiralis. *Cr.* Deren vorspringend Theil (Gehörzähne) im Durchschnitt. *M.t.* Membrana tectoria. *S. sp. i.* Sulcus spi internus. *f.* Durchtrittsstelle der Nerven (Habenula perforata). *f-L. Sp.* Membrana b laris. *f-p.* Corti'sches Organ. *Cr-p.* Zona denticulata. *g-h.* Zona arcuata. *p-L.* Zona pectinata mit Epithel. *g.* Region der inneren Haarzellen (innere Abdachu *l.* Dünnste Stelle der Membrana basilaris unter dem Corti'schen Bogen. *h.* Region äusseren Haarzellen (äussere Abdachung).

sprechend zwei aus feinfibrillärem Bindegewebe bestehende Lagen.
tympanale ist die stärkere, reich mit Gefässen durchsetzt und mit dem Epi

Paukenhöhle überkleidet; die vestibuläre, in den entsprechenden Treppen-
g blickende Schicht setzt sich unmittelbar in das Periost der ersten
neckenwindung fort.

Hier mag auch kurz des Aquaeductus cochleae Erwähnung ge-
ehen, welcher, den bisherigen Angaben (vgl. namentlich HENSEN [27] und
NLE [26]) zufolge, ausser einem bindegewebigen Fortsatze der Dura mater
r ein zur V. jugularis interna ziehendes Gefäss führt. Die Mündung des
uaeductus findet sich hart am Anfangstheile der Scala tympani.

Indem wir zur Schilderung des Hauptabschnittes der Schnecke, des
uctus cochlearis übergehen, möge uns ein Blick auf die Querschnitte
gg. 321 und 322 vorab eine rasche Uebersicht der Bestandtheile desselben
währen.

Anknüpfend an das p. 918 über Lage, Form und Begrenzung des Ductus
ereits Mitgetheilte bemerke ich zuvörderst, dass die vestibuläre Wand, die

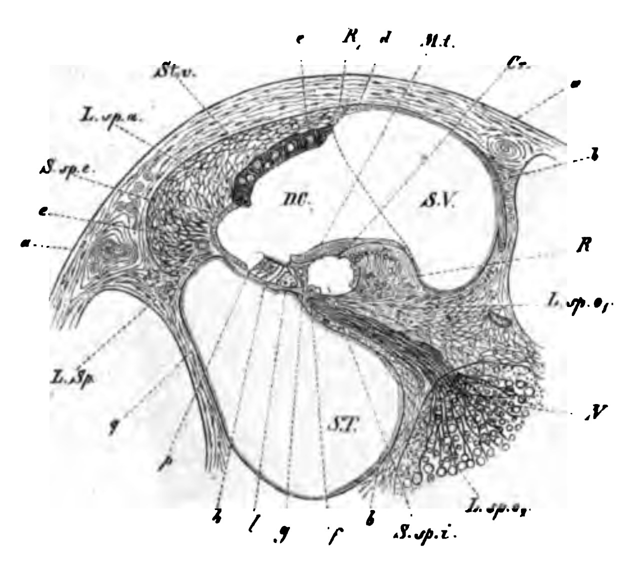


Fig. 322. Senkrechter Durchschnitt der zweiten Windung einer Schnecke von Vesperugo noctula. Membrana tectoria nach einem anderen Präparate eingezeichnet). 100/1. — *N* Schneckennerv mit einem Theile des Ganglion spirale. *e, e* Bindegewebskissen, fester mit dem Perioste verbunden als in Fig. 321. *L. sp.* Lig. spirale von homogener Beschaffenheit, unmittelbar nach aussen davon ein Blutgefäss. *R R₁* REISSNER'sche Membran nur durch eine punctirte Linie angedeutet. *h* Aeussere Abdachung mit den drei äusseren Haarzellen in situ. Innere Haarzellen so wie das Epithel des Sulcus spiralis internus nicht vollständig erhalten. Uebrige Bezeichnung wie in Fig. 321.

Membrana Reissneri, sich aussen an das halbmondförmige Bindegewebspolster (*e, e*) inserirt; die Ansatzstelle, Angulus vestibularis (R_1, ist durch einen kleinen Vorsprung markirt (HENLE). Ebenso wird der äussere Ansatzpunkt der tympanalen Wand (*R*—*L. sp.*) durch eine starke, im Querschnitt dreieckige Prominenz, Ligamentum spirale (*L. sp.*), gebildet.

Zwischen beiden Vorprüngen liegt die äussere Wand des Ductus, an d die gefässreiche **Stria vascularis** (*St. v.*), dann eine dritte kleine Erh Lig. spirale accessorium (*L. sp. a.*) mit einem Gefässe, Vas prom Hensen, als tympanale Grenze der Stria, und endlich zwischen diese hebung und der Membrana basilaris den **Sulcus spiralis extern** *sp. e.*) unterscheiden. Die bereits genannten beiden Hauptabtheilung tympanalen Wand, **Crista spiralis** und **Membrana basilaris**, we wohl am besten durch die Eintrittsstelle des Schneckennerven in d des Ductus cochlearis auseinander gehalten. Die Crista spiralis (*B—f*) auf dem äussersten Abschnitte der Lamina spiralis ossea und besteh zwei Lippen, dem **Labium vestibulare** (c. Fig. 325) Henle, welche einem scharfen, in den Ductus cochlearis hineinragenden Vorsprung endet, und dem **Labium tympanicum** Henle (a. Fig. 325), welche gleicher Flucht mit der Membrana basilaris liegt und mit dem Labium bulare zusammen den **Sulcus spiralis internus** (*S. sp. i.*) einschl Von der Durchtrittsstelle der Nerven an (s. a. Fig. 323) bis etwa zur ihrer Länge hin ist das Corti'sche **Organ** der Basilarmembran aufgel



Fig. 323. Vestibuläre Flächenansicht der Lamina spiralis vom Menschen, zweite Wi $^{30}/_{1}$. 28jährige Frau. Reissner'sche Membran und Membrana tectoria entfernt. Die förmige Anordnung der einzelnen Theile tritt deutlich hervor. *A* Lamina spiralis *B* Lamina spiralis membranacea. *C* Dunkle Zone der Lam. spiralis ossea (nur von e dünnen Perioste und dem Endothelium der Vorhofstreppe bekleidet). *D* Crista spir heller erscheinend. *b* deren vorspringender Rand mit der Reihe der Gehörzähne. satzlinie der Reissner'schen Membran. *a—z* der zum Ductus cochlearis gehörige Thei Lamina spiralis (tympanale Wand des Ductus). *c* Vas spirale von der tympanalen Fl durchschimmernd, begleitet von spiralen Bindegewebszügen. *d* Bodenfläche des Su spiralis internus mit durchschimmernden an der tympanalen Fläche radial verlaufen Fasern. *e* Linie, in welcher die Austrittslöcher der Nervenfasern liegen. *f* Corti's Organ. *g* äusseres Epithel (*f* und *g* an der rechten Hälfte des Präparates entfernt)

von da ab, wie an allen übrigen Stellen der Innenwand, nur ein einfac kurzcylindrisches oder cubisches Epithel.

Sieht man die tympanale Wand nach Wegnahme der Reissner'sc Membran von der vestibularen Fläche an, so erscheinen die einzelnen

hnitte derselben wie ebenso viele spiral verlaufende Gürtel oder Zonen, von
nen Fig. 323 eine Anschauung giebt. Auf dieses Bild beziehen sich auch
e seit TODD–BOWMAN, CORTI und KÖLLIKER eingeführten Namen: Zona denti-
lata und pectinata, sowie Habenula denticulata, sulcata, perforata und
cuata als Unterabtheilungen der Zona denticulata, über welche man die
klärung der Fig. 321, 322, 323 und 324 vergleichen möge. Wir können
ese Bezeichnungen jetzt als entbehrlich ansehen.

Die Grösse des Ductus cochlearis nimmt meinen Messungen zufolge, s.
e angefügte Tabelle, mit der Länge aller seiner drei Wandungen nach der
hneckenkuppel hin stetig, wenn auch in mässigem Grade, ab.

Die Reissner'sche Membran besteht aus einer dünnen bindegewebigen,
fässführenden Grundlamelle, die auf der vestibularen Seite ein grosszelliges
röses Endothel, auf der tympanalen ein einschichtiges, aus cubischen Zellen
einander gereihtes Epithel trägt (Fig. 321 und 324).

Complicirtere Verhältnisse zeigt die Aussenwand des häutigen
hneckencanales (Fig. 321 und 322 *ee*,). Das mehrfach erwähnte halbmond-
rmige Bindegewebspolster lässt, namentlich bei jüngeren Individuen, drei
hichten deutlich unterscheiden, innen die Membrana propria des Ductus
chlearis mit der Stria vascularis, aussen das Periost, zwischen beiden ein
keres Bindegewebe, welches bei Embryonen leicht einreisst und so den
ıctus cochlearis von der Schneckenkapsel zurückweichen lässt. Die Stria
ıscularis ist ein besonders gefässreicher Theil der Membrana propria.
vischen den zahlreichen Capillaren findet man hier kaum noch etwas adven-
ielles Bindegewebe, das cubische, aus kleinen Zellen bestehende Epithel
zt den Gefässwandungen fast unmittelbar auf; hie und da bemerkt man
lbst kleine, schlingenförmige Gefässvorsprünge. Letztere sind besonders
ırk entwickelt bei den Vögeln an der Decke des Ductus cochlearis in dem
genannten Tegmentum vasculosum DEITERS ([14]), welches der Stria
scularis der Säuger entspricht. Auch hat bei den Vögeln das Epithel des
gmentes viel Eigenthümliches. Zwischen hellen cubischen Zellen, wie ich
ITERS bestätigen kann, finden sich ziemlich regelmässig grosse, kernhaltige
ınkelkörnige Gebilde eingeschoben, deren Zellprotoplasma sich fast wie ein
lziges« Gewebe ausnimmt. An der freien Fläche ragt aus dem filzigen Zell-
rper ein helleres schmaleres Stück mit unregelmässig dreiseitiger oder vier-
itiger Begrenzungsfläche hervor, an dem ich zuweilen kleine Härchen fand.
ıs entgegengesetzte Ende läuft in eine kurze Spitze aus (Fig. 336 *E*).

Am Sulcus spiralis externus zeigt sich bei Säugern wieder ein
hr deutliches cylindrisches Epithel; die Unterlage desselben besteht bei
wachsenen aus einer homogenen glashellen Gewebsmasse, welche direct
den dreieckigen Vorsprung des Lig. spirale und von da in die homogene
hicht der Basilarmembran übergeht. [1]) — Wie ich aus dem Referate

1) Ueber das, was man unter Ligamentum spirale verstehen soll, scheint keine Einig-
t zu herrschen. KÖLLIKER, von dem die Benennung herrührt, so wie LÖWENBERG meinen

Schweigger-Seidels (Virchow's und Hirsch's Jahresbericht für 1868 ... hat neuerdings Böttcher ([4]) die längst von Kölliker ([32]) beseitigte ... Todd-Bowman's ([54]), dass das Ligamentum spirale glatte Muskelfasern ... halte, wieder aufgenommen. Ich kann mich nach vielfachen Untersuch... nur den negativen Angaben Kölliker's anschliessen.

Die Crista spiralis hat den bisherigen Bearbeitern der Schnecke ... wenig Schwierigkeiten gemacht, Schwierigkeiten, die meines Erachtens ... Theil in der sonderbaren Form der hier vorliegenden Gebilde, vorzugs... aber in der eigenthümlichen Verknüpfungsweise der beiden Hauptgewebs... der Schnecke, der Bindesubstanz und des Epithels liegen, die hier in ... Art mit einander verwoben sind, wie sie sonst nirgends im Organis... wiederkehrt.

Auf dem axialen senkrechten Durchschnitte, Fig. 321 und 322, ersch... die Crista wie eine vestibularwärts der Lamina spiralis ossea angefügte ... förmige Verdickung; dieselbe ist nicht scharf gegen das Knochengewebe ... gesetzt; die sternförmigen Zellen des letzteren kehren in der Grundsubs... der Crista wieder, auch ziehen Gefässschlingen hinein. Mitunter finden ... Kalksalze in unregelmässigen Plättchen abgelagert; bei Fledermäusen sch... sogar ziemlich regelmässig eine Verknöcherung einzutreten. Sonst ist ... Grundsubstanz der Crista von einer starrfasrigen oder mehr homogenen ... schaffenheit und verhält sich gegen Reagentien ähnlich einer derben Bin... substanz. Ich meine daher dieselbe wohl am richtigsten als eine osteo... Substanz im Sinne H. Müller's und Virchow's auffassen zu können, die ... im Zusammenhange mit dem vestibularen Perioste der Lamina spiralis o... entwickelt. Beiläufig möge hier erwähnt sein, dass die Crista in Ueberosmi... säure und in Chlorpalladium sich etwas dunkler färbt als der darunter ... legene Knochen.

Betrachtet man die Crista von der vestibulären Fläche (Fig. 324 und 3... so erscheint die vorspringende Kante durch tief einschneidende Furche... einzelne Abtheilungen von nahezu gleicher Grösse und länglich viereck... Form gebracht, die Gehörzähne. Huschke ([28]), welche in der That ... Reihe von der vorderen Fläche gesehener Schneidezähne gleichen. Nach i... setzen sich diese Zähne in eine Anzahl rundlicher oder länglicher, oft ei... thümlich glänzend erscheinender Bildungen fort (Fig. 325 *d*), welche n... anderes als Vorsprünge der osteogenen Substanz der Crista darstellen. ... zwischen ihnen befindlichen Furchen, so wie die Furchen zwischen den Ge...

---

damit das ganze halbmondförmige Bindegewebskissen, welches die Aussenwand des D... cochlearis mit der Schneckenkapsel zusammenheftet. Dasselbe hat bei den verschie... Thierarten eine sehr wechselnde Form und Grösse; bald erstreckt es sich weit in die ... tympani hinein, namentlich in der unteren Schneckenwindung, bald nicht (s. Fig. 32... 322). Ich ziehe es vor, wie es auch Henle gethan zu haben scheint, blos den auf ... schnitten stark vorspringenden dreieckigen, bei Erwachsenen homogenen Theil ... Lagers, in den die Membrana basilaris übergeht und der in der That einem Ligamente ... spricht, so zu benennen.

sind mit kleinen rundlich
Zellen ausgefüllt, die ent-
n zum Epithel des Ductus
ris gehören, wie auch Köl-
[10]) wenigstens für einen
erselben vermuthet. Diese
setzen sich nach aussen
die interdentalen Furchen
n das Epithel des Sulcus
int. fort (Fig. 324) so wie
lererseits ununterbrochen
tympanale Epithel der
r'schen Membran umbie-
g. 321 und Fig. 324). Auf
sersten Zahnkante fehlen
enso wie auf der Höhe der
inge. Hier ruht die Mem-
ectoria (s. weiter unten und
1 u. 322 *M.t.*) unmittelbar
ogenen Substanz der Crista
ch begegnet man auch an
Stellen mitunter einzelnen
Zellenrudimenten. Nach
satzwinkel der Reissner'-
Membran hin fliessen stets
ch die Zähne und Vor-
getrennten Epithel-
in ein continuirliches
usammen (Fig. 324 *e* u. e_1).
ien von dem unmittelbaren
nenhange der in Rede
en Zellen mit dem übri-
ithel des Ductus, worauf
d. med. Baer beim Zeich-
Präparate uns aufmerk-
chte, beweist vor Allem
twickelungsgeschichte die
eit des Gesagten, indem
bryonen überall eine con-
he Epithelauskleidung des
besteht, die nur durch die
e Entwickelung der osteo-
ubstanz der Crista, sowie

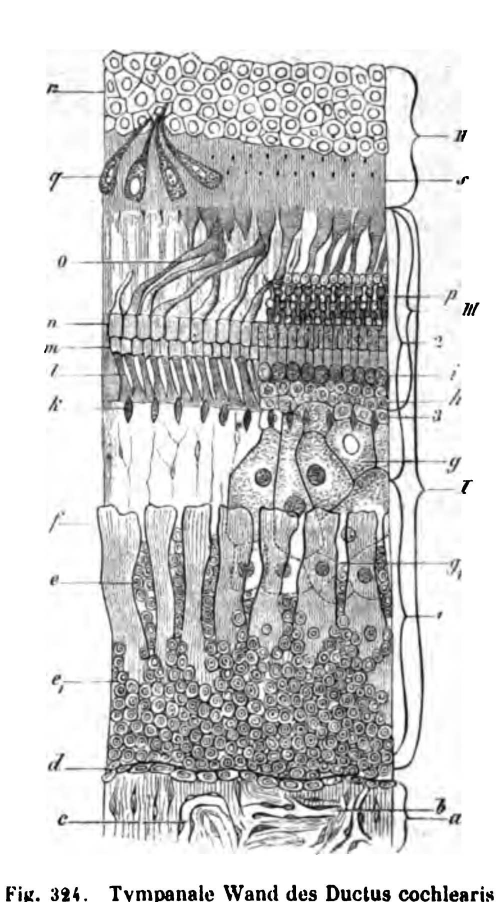


Fig. 324. Tympanale Wand des Ductus cochlearis vom Hunde. Flächenansicht von der Vorhofstreppe aus nach Wegnahme der Reissner'schen Membran. $^{300}/_{1}$. I Zona denticulata Corti. II Zona pectinata Todd-Bowman. 1 Habenula sulcata Corti. 2 Habenula denticulata Corti. 3 Habenula perforata Kölliker. III Corti'sches Organ. *a* Theil der Lamina spiralis ossea, das Endothelium fehlt. *b* und *c* periostale Blutgefässe. *d* Ansatzlinie der Reissner'schen Haut. *e* und e_1 Epithel der Crista spiralis. *f* Gehörzähne mit den interdentalen Furchen. *g* g_1 Grosszelliges (gequollenes) Epithel des Sulcus spiralis internus, zum Theil durch die Gehörzähne durchschimmernd; an der linken Hälfte des Präparates entfernt. *h* Kleinere Epithelzellen in der Gegend der inneren Abdachung des Corti'schen Organes. *k* Durchtrittslöcher der Nerven. *i* Innere Haarzellen. *l* Innere Pfeiler. *m* Deren Köpfe. *o* Aeussere Pfeiler. *n* Deren Köpfe. *p* Lamina reticularis. *q* Einige verstümmelte äussere Haarzellen. *r* Aeusseres Epithel des Ductus cochlearis (Claudius'sche Zellen der Autoren) bei *s* entfernt, um die Fusspunkte der äusseren Haarzellen zu zeigen.

esit
ung
Vie
estig

I
gen
chn
er St
ris u
nker
h be
gt,
silar
hen

Epit

V
Cr
ctus
ithel
De
n K
eile
dung
l Fi

1) V
Handb

das zugleich als stützendes Gerüst dient, die Corti'schen Bogen … überwölben die Membrana basilaris und bestehen aus je einem … und einem äusseren … An die inneren Pfeiler … die Reihe der inneren … zellen (Fig. 326 e und Fig. … die Körnerschicht … h—i), so wie weiterhin … thel des Sulcus spiralis … Zellen des letzteren werden … der innersten Bucht des … bis zu den Haarzellen hin … höher[1]; die Haarzellen … reichen die Firste des Bogens … dass diese innere Abtheilung … Corti'schen Organes eine … Bogen nach innen gerichtete … dachung bildet.

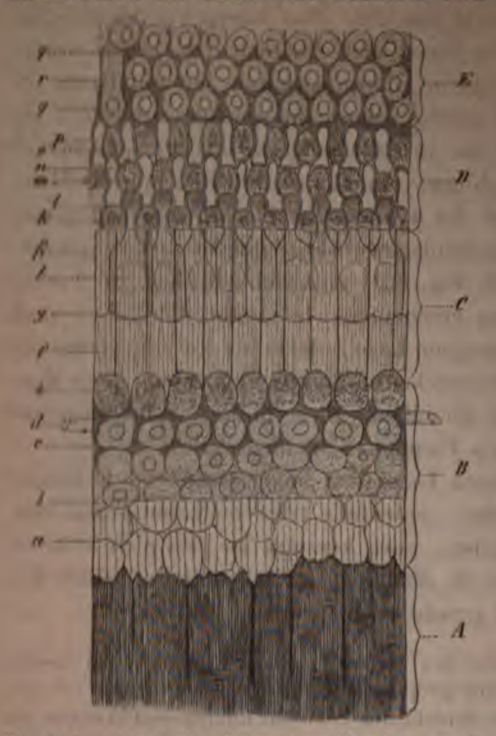


Fig. 326. Corti'sches Organ vom Hunde, vestibuläre Flächenansicht. 700/1. Reissner'sche Membran, sowie Membrana tectoria entfernt. *A* Crista spiralis zum Theil wegen der schwärzlich durchschimmernden Nervenfasern (Ueberosmiumsäure) dunkel gefärbt. *B* Epithel des Sulcus spiralis internus. *C* Pfeilerköpfe. *D* Lamina reticularis. *E* Aeusseres Epithel der Membrana basilaris. — *a* Zellen des Sulcus spiralis, welche unter den Gehörzähnen durchschimmern. *b* Aeussere Grenzlinie der Gehörzähne (letztere wegen der tieferen Fokaleinstellung kaum wahrnehmbar). *c* Cuticulares Maschenwerk zwischen den inneren Epithelzellen. *d* Stelle des Vas spirale. *e* Innere Haarzellen. *f* Köpfe der inneren Pfeiler. *fi* Kopfplatten der inneren Pfeiler. Die … einanderliegenden Kopfplatten bilden bei hoher Fokaleinstellung ein helles cuticulares … über den Köpfen der äusseren Pfeiler, das sich von den inneren bis zu den äusseren … zellen erstreckt. *g* Grenzsaumlinie der äusseren Pfeiler gegen die inneren. *h* Kopf … äusseren Pfeiler durch die Kopfplatten der inneren Pfeiler durchschimmernd. Jeder … zeigt als hellen Kreis den durchschimmernden optischen Querschnitt der äusseren P… körper. *l* Phalangenförmige Kopfplatte der äusseren Pfeiler, (erste Phalange). *k* … Ringe mit den Haarschöpfen der ersten äusseren Haarzellen. *m* u. *o* Zweite und dritte … und Haarbüschel. *n* u. *p* Zweite und dritte Phalangen. *r* Stützzelle Hensen. *y* Cutic… Maschenwerk zwischen den Epithelzellen (Schlussrahmen Deiters).

Umgekehrt ist es … äusseren Abtheilung, welche … in etwas grösserer Breite, … verschiedenen Geschöpfen … oder minder steil, nach aussen … abdacht. Sie besteht aus den … Reihen der äusseren Haar… zellen und aus den sich … mittelbar anschliessenden … lindrischen Epithelzellen, … Stützzellen Hensen's, die … mer kürzer und kürzer werden, bis sie in das einfache cub… Epithel der Zona pectinata … gehen.

[1] Bei keinem erwachsenen Säuger füllt das Epithel des Sulcus diesen aus, was … dings bei Embryonen der Fall zu sein scheint (Kölliker, Hensen), sondern ist bis a… Region der inneren Haarzellen stets einschichtig (Hensen).

Zu diesem Zellencomplexe gesellen sich noch zwei membranöse cuticulare ıngen, die Membrana tectoria (*M.t.* Fig. 321 und 322) und die La- a reticularis (l—l_1, Fig. 331 *D*, Fig. 326 Flächenansicht).

Die CORTI'schen Pfeiler haben in der Profilansicht die Form eines nken römischen *S* (eines Integralzeichens). Die obere Anschwellung sei Kopf«, die untere der »Fuss«, das zwischen beiden gelegene stabförmige indungsstück der »Körper« des Pfeilers. Am Kopfe finden sich noch be- ere plattenförmige Anhangsstücke, die »Kopfplatten«. Die inneren Pfeiler n deren zwei, die aber continuirlich in einander übergehen, eine innere e, die en profil fast wie ein Haken erscheint (Fig. 327 *B g*), en face bei nsicht von aussen wie eine dunkle Firste durchschimmert (Fig. 327 *C, D g*), eine äussere grössere, die in verschiedenem Grade gekrümmt als directe enförmige Fortsetzung des Körpers sich darstellt; sie ist wie eine Haube das Kopfstück herübergebogen und zeigt mitunter, z. B. bei Vesperugo 327 *D*), eine deutliche Auskehlung der äusseren Fläche. Das Kopfstück nneren Pfeilers springt wie ein körperliches Dreieck mit etwas stumpfer e (Fig. 327 *C, D*) nach aussen vor; die oberen (vestibularen) Ränder des- n sind ebenfalls leicht geschweift, und man gewahrt auch an den Seiten- ern mitunter eine leichte Auskehlung.

Die Basalfläche der inneren Pfeiler hat eine nahezu rechteckige Form; rofil erscheint der Fuss dreiseitig. Der Fuss der äusseren Pfeiler ist be- end grösser und breitet sich auf der Membrana basilaris fächerförmig aus. Körper ist schlanker und die doppelte Biegung des *S* tritt viel mehr aus- rochen hervor. Der Kopf ist im Gegensatze zu den Köpfen der inneren er nach innen gewendet und bildet en profil ein Stück eines Kreisaus- ittes, etwa von der Form wie die Seitenansicht des Caput astragali sie t.

Man kann überhaupt den äusseren Pfeilerkopf am besten mit dem Caput astra- ergleichen; nur sind hier die beiden, den malleolaren Gelenkflächen des Talus rechenden Seitenflächen gleich gross und die obere Fläche ist nicht ausge- sondern gleichmässig convex abgerundet. DEITERS ([13]) vergleicht ihn mit (gekenterten) Kahne, LÖWENBERG ([39]) mit einem Vogelkopfe, dessen Schnabel Kopfplatte entsprechen würde. — Will man für den inneren Pfeiler ein ähn- s Modell, so dürfte das obere Ende der Ulna passende Vergleichspunkte dar- n. Der Processus coronoideus ähnelt der geschilderten dreieckigen Hervor- ıg des Pfeilerkopfes: denkt man sich das Olecranon etwas nach vorn verlängert ibergekrümmt, so kommt genau die äussere Kopfplatte heraus, während die le Tuberositas olecrani dem Haken *g* (Fig. 327 *B*) entspricht; auch die seitliche ehlung wäre durch den Sinus lunatus ulnae vertreten.

Die Kopfplatte des äusseren Pfeilers entspringt lang gestielt von der Mitte äusseren oberen Randes und geht in eine ruderförmige Verbreiterung 327 *A d*) über; sie stellt, wie sich später ergeben wird, die erste Phalanx Lamina reticularis dar.

Sehr beachtenswerth ist das Vorkommen von feinkörnigem Protoplasma an je zwei Stellen der beiden Pfeiler, an den Köpfen und Füssen. An den letzteren (Fig. 327 *B c* und *γ*; Fig. 331 *n* und *n*) ist dieses schon Corti einigermaassen bekannt gewesen. Dieselbe stellt ein kernhaltiges verschieden geformtes Stück Protoplasma dar, welches mit der Substanz der Pfeiler fest verbunden ist und, wie die Entwickelungsgeschichte



Fig. 327. Isolirte Pfeiler. 800/1. — In allen Figuren bedeutet: *a* resp. *α* den Kopf, *b* resp. *β* den Körper, *c* resp. *γ* den Fuss des Pfeilers. — *A* Aeusserer Pfeiler von Mus musculus. Kopf halb en face von oben; Kopfplatte mit phalangenförmigem Ende. *B* Innerer und äusserer Pfeiler von Mus musculus in nahezu natürlicher Lage, Profilansicht. *f* Kopfplatte des inneren, *d* des äusseren Pfeilers. *g* Innerer hakenförmiger Fortsatz der inneren Kopfplatte. *i* Kopf mit hellem kernähnlichem Stücke und körnigem Protoplasmarest. *e* Abgelöstes Protoplasmastück. *c* Kern mit Protoplasmarest am Fusse. *C* Zwei innere Pfeiler von Mus musculus en face; äussere Fläche. Bezeichnung wie bei *B*. *D* Zwei innere Pfeiler von Vesperugo noctula. 600/1 in derselben Ansicht. Die Kopfplatte zeigt eine deutliche Hohlkehlung und bei *l* eine feine Punktirung; die übrige Bezeichnung wie vorhin.

lehrt, nichts Anderes bedeutet, als den kernhaltigen Rest einer der Zellen, aus denen die Pfeiler hervorgehen. Bei der Profilansicht findet man diesen Zellenrest eingeklemmt in den spitzen Winkel, den jeder Pfeiler mit der Membrana basilaris macht. Sehr häufig sieht man, wie Böttcher zuerst angegeben hat [s. auch bei Hensen (27)], das Protoplasma auf der Membrana basilaris von einem Pfeiler bis zum anderen ziehen (Fig. 332 *h*). Als Reste dieser Verbindungsbrücken findet man nicht selten Fäden zwischen den Pfeilern auf der Membrana basilaris liegen, die nicht mit Nervenfäden verwechselt werden dürfen (Deiters'sches Stützfasersystem).

Weniger bekannt und beachtet dürften die Protoplasmareste an den Köpfen der Pfeiler sein [1]). Hier liegen sie bei beiden Pfeilern an der Aussenseite; am inneren Pfeiler also im Gewölbe des Bogens (Fig. 327 *B e*) dicht

1) Hensen (27) erwähnt, p. 499, dass das Protoplasma der Pfeilerfüsse an den Pfeilern bis zu den Köpfen in die Höhe rage; doch fehlen genauere Angaben. Vielleicht sind auf diese Protoplasmareste die plättchenförmigen Anhangsstücke der inneren Pfeiler zurückzuführen, welche Max Schultze (50) beschrieben hat und die in den Binnenraum des Bogens hineinragen sollen.

rspringendsten Theile des Kopfstückes, am äusseren dicht unter der
sstelle des Plattenstieles. Mitunter habe ich auch bei jungen Thieren
en Kern gesehen von ähnlicher Grösse und Form wie am Fusse. Nach Be-
ıg mit 0,05 pc. Chromsäure tritt fast in jedem Pfeilerkopfe, s. Fig. 327 *Bi*,
nähnliches Gebilde auf, während die umgebende Masse feinkörnig er-
und in die eben erwähnten Protoplasmaanhänge übergeht.

i Anwendung erhärtender Reagentien zeigen Körper und Füsse beider Pfeiler
ıe, sehr deutliche Längsstreifung, und es gelingt hin und wieder, sie in
ırre Fasern zerfallen zu sehen, die sich in die streifige Lamelle der Mem-
asilaris fortsetzen. Die Kopfstücke bleiben dagegen immer homogen; einen
m in den Körpern oder Füssen habe ich niemals wahrgenommen. Die
ıbstanz erweist sich, wie zuerst BÖTTCHER hervorhob, sehr resistent; nur
ıuge löst sie sich rasch; in Salzen und Säuren schrumpft sie etwas; beim
›n habe ich die Pfeiler 24 Stunden nach dem Tode noch gut conservirt ge-
Die Hauptmasse derselben scheint, wofür auch die gleich zu schildernde
ung mit der Lamina reticularis spricht, wie diese zu den cuticularen Bil-
gerechnet werden zu müssen.

ide Pfeiler sind nun der Art zu einem Bogen verbunden, dass der Kopf
sseren Pfeilers in die Aushöhlung zwischen Kopfplatte und Kopf des
ı zu liegen kommt (Fig. 327 *B*; Fig. 331 und Fig. 332). Dabei deckt
:h die Kopfplatte des inneren Pfeilers den Kopf und die Kopfplatte des
ın, so aber, dass das viel längere phalangenförmige Ende der letzteren
ei bleibt (Fig. 326 *fi* und *l*; Fig. 329 *c* u. *d*; Fig. 334 e_1). Da die inneren
zahlreicher und ihre Köpfe demgemäss schmaler sind, so ruht der Kopf
usseren Pfeilers immer an mindestens zwei inneren, und es kommen
vorhin erwähnten seitlichen Auskehlungen an den inneren Köpfen zu
. Durch diesen Umstand wird auch die Verkuppelung der Pfeiler unter
›r eine sehr feste. Es stellt somit die Ungleichheit der Zahl hier ein
es Verhältniss her, wie wir es beim Ginglymus des Ellbogengelenkes
seitliche Verschiebungen der Pfeiler sind unmöglich gemacht. Ob
ıdessen eine radiale Gelenkbewegung der Pfeilerköpfe (um eine spirale
öglich ist, bleibt eine offene Frage. Die einander berührenden Flächen
stets glatt. Eine solche Bewegung könnte aber bei der Fixirung der
ınkte der Pfeiler auf der Membrana basilaris, welche namentlich bei
sseren eine ziemlich feste ist, so dass oft die Körper abbrechen, wäh-
e Füsse haften bleiben, nur dann eintreten, wenn gleichzeitig Biegungen
iler stattfänden.
rücksichtigt man die Art der Verbindung der Pfeilerköpfe unter einan-
o ist man auch im Stande, die etwas verwickelte Zeichnung zu ver-
welche die vestibulare Flächenansicht des CORTI'schen Bogens gewährt
26 und 334). Es treten dabei eine Anzahl spiraler und radialer Linien
/elche — die spiralen — bedingt sind einmal durch die inneren und
›n Grenzlinien der beiderlei Pfeilerköpfe und dann durch den äusseren

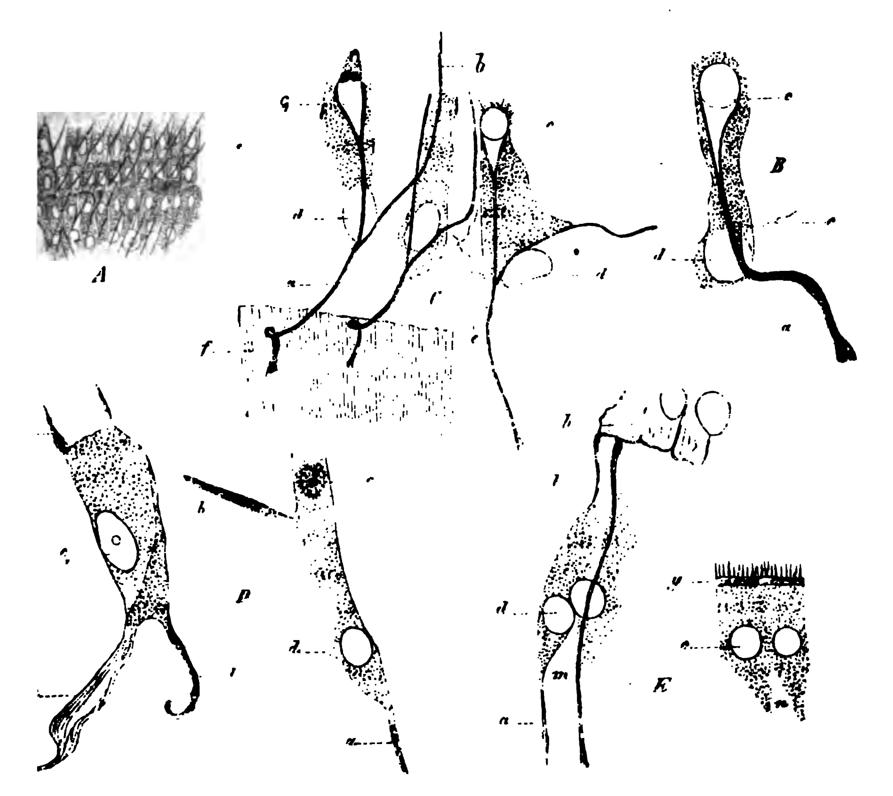
Grenzsaum der Kopfplatte des inneren Pfeilers, s. Fig. 334 — die ... durch die Grenzlinien der Kopfplatten der einzelnen inneren Pfeiler ... durchschimmernden Kopfstücke und Kopfplattenstiele der äusseren ... Ich verweise in dieser Beziehung auf die Erklärung der Fig. 326 ... welche man mit den senkrechten Durchschnittsbildern, Fig. 331 ... combiniren möge. — Nur in Bezug auf den inneren Grenzsaum der ... platten der inneren Pfeiler mag noch Einiges zur Erläuterung angefügt ... Zwischen je zwei inneren Haarzellen, s. Fig. 326, springt dieser Kopfplatten... phalangenförmig vor. Da nun die inneren Haarzellen viel breiter sind ... inneren Pfeiler und an der Stelle jeder Haarzelle ein rundlicher Ausschnitt ... dem Grenzsaume der Kopfplatten sich befindet, so muss das Stück Kopf... welches auf je einen inneren Pfeiler kommt, verschieden ausfallen, je ... dem dieser Pfeiler einer Haarzelle gerade gegenüber oder zwischen ... Haarzellen steht. So kommt es, dass man bei der Isolirung der inneren ... verschieden gestaltete innere Anhangsstücke an ihnen wahrnimmt. ... Allgemeinen indessen, wie erwähnt, en profil einem Häkchen gleichen ... sorgfältige Beschreibung von Deiters (13).

In ihrer Vereinigung überbrücken die Pfeiler eine Art Tunnel. ... ganze Länge der Lamina spiralis umläuft fast bis an das Ende des ... Der Querschnitt des Tunnels besitzt eine dreiseitige Lichtung [1], deren ... Seite im Allgemeinen die Membrana basilaris, die kürzeste der inneren ... bildet. Je kleiner die Thierspecies ist, je schmaler also durchgängig die ... brana basilaris wird, desto kürzer sind die Pfeiler, desto steiler ... Stellung zur Membrana basilaris, desto höher verhältnissmässig der ... es verschwinden dann auch fast die Grössendifferenzen zwischen äusseren ... inneren Pfeilern. Sehr lange Pfeiler mit bedeutender Spannweite haben ... grösseren Geschöpfe; der Mensch hat dabei zugleich den flachsten Bogen ... im Querschnitt einem niedrigen Trapeze gleicht (man sehe z. B. F... (Mensch) und Fig. 322 Vesperugo). — Andere Eigenthümlichkeiten li... den Formverhältnissen der Pfeiler. Kurz, gedrungen sind sie bei Chir... und Mäusen, schlank und stark gebogen beim Menschen, beim Hun... Rinde. Die längsten Kopfplatten hat der Mensch. Auch in den einzeln... schnitten der Lamina spiralis zeigen sich Verschiedenheiten in der Grö... Pfeiler und in der Höhe und Spannweite des Bogens. Im Allgemeinen ... diese Dimensionen nach dem Hamulus hin zu, worüber man bei Hen... Genaueres findet.

Die innere Abdachung des Corti'schen Bogens trägt als wesen... Gebilde die einfache spirale Reihe der inneren Haarzellen (Fig. ... Fig. 334 und 335). Dieselben sind von gedrungen kegelförmiger Gesta...

[1] Man kann in der That von einer Lichtung sprechen, denn abgesehen von ... wähnten Protoplasmaresten an den Pfeilern, den Deiters'schen Stützfaserzügen a... des Bogens, und den durch den Tunnel verlaufenden Nervenfasern findet sich in de... nur endolymphatische Flüssigkeit, s. auch Reichert (41).

-ɜ Kern liegt ziemlich in der Mitte des sehr zarten Zellkörpers. Letzterer tympanalwärts in einen langen Fortsatz über, der sich in einem Lager er Zellen, der Körnerschicht (Fig. 335 A) verliert. Das vestibulare der Haarzellen wird von den betreffenden Anhangsplatten der inneren erköpfe umschlossen (Fig. 333 *i*, *h*) und trägt auf einem Cuticulardeckel



328. *A* Die drei Reihen äusserer Haarzellen vom Hunde in situ nach Wegnahme der . reticul. und der Membrana basilaris mit Phalangen- und Basilarfortsätzen (Gold-idpräparat). $^{300}/_{1}$. — *B* Aeussere Haarzelle (Zwillingszelle) von Vesperugo noctula. $^{800}/_{1}$. silarfortsatz. (Der Phalangenfortsatz nicht sichtbar). *c* Oberer Kern mit Zange. *d* Un- Kern. *e* Feines Fädchen (Nerv?). *C* Drei äussere Haarzellen von Vesperugo noctula erbindung mit der Basilarmembran. *a d c e* wie bei *B*. Bei *c* sind noch feine Härchen lten, bei c_1 fehlt der Kern und ragt oben ein conischer Zapfen, wahrscheinlich ein Stück oplasma, hervor. *b* Phalangenfortsatz. *f* Stück der Basilarmembran. *D* Zwei äussere zellen vom Menschen (23jähr. Mädchen). $^{800}/_{1}$. Bezeichnung wie vorhin. *c* Dunklere e, ob Kern? liess sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden. c_1 Oberer Kern mit Kern-erchen, welche bei den Haarzellen immer auffallend klein sind. Der Phalangenfortsatz *b* er Zelle ist abgerissen, und der Rest basilarwärts umgeschlagen. *E* Getrennte Zwillings-n vom Hunde. $^{800}/_{1}$. Beiderlei Zellen, *m* und *n*, standen anfangs noch unmittelbar erbindung, so dass das spitze Ende von *n* in das Zellprotoplasma von *m* auslief, die e nach oben gerichtet. Die Phalangenfortsätze *b* hangen noch mit den Phalangen (*h* zusammen. *g* Cuticularer Rahmen der Ringe mit Haaren. *a c d* wie vorhin.

n dichten Rasen starker stäbchenförmiger Haare, die sehr resistente Ge-le zu sein scheinen. Die den Haarzellen zunächst gelegenen Epithelzellen

des Sulcus spiralis sind cylindrisch und stehen alternirend mit jenen (Fig.
und 331). Sie überdecken die eben genannte Körnerschicht.

Weniger übersichtlich ist das Verhalten der an der Aussenseite
Bogens gelegenen Zellen, von denen die Haarzellen — Corti'schen Zellen
Autoren — mit zu den schwierigsten Objecten der Schnecke gehören
folge bei ihrer Beschreibung den von Gottstein auf der Innsbrucker N
forscherversammlung 1869 gemachten Angaben. — Die äusseren Ha
zellen stehen in drei (oder vier) spiral verlaufenden Parallelreihen
einander, so aber, dass die einzelnen Zellen jeder Reihe in grosser R
mässigkeit mit denen der unmittelbar nebenstehenden Reihe alter
(Fig. 326). Jede Reihe zählt etwa so viel Zellen als äussere Pfeiler vorha
sind. Die Zellen haben nach Gottstein's Darstellung zwei Kerne, einen d
kleineren und einen zweiten in der Nähe des unteren Endes der Zelle
legenen. Nahe dem unteren Kerne gehen zwei starke Fortsätze vom Zell
ab, der gestreckte Basalfortsatz, welcher mit einer kleinen dreie
Anschwellung fest an die Basilarmembran gelöthet ist (Fig. 328), d
stärkere und längere, und der Phalangenfortsatz, schmaler und
gekrümmt verlaufend, welcher mit einer der zunächst nach aussen u
Seite (Gottstein) liegenden Phalangen der Lamina reticularis versch
Ausserdem gewahrt man nicht selten feine kurze Fädchen, Nervenfort
(Fig. 328), an den Zellkörpern hängen.

Der Basalfortsatz läuft gerade am Zellkörper in die Höhe und thei
dort in zwei Arme, welche wie eine Zange den oberen Kern umkla
(Fig. 328 *B* und *C*). Man sieht von der Fläche her diese Zange wie einen
kreisförmigen Hof durch die Ringe der Lamina reticularis, in denen da
(vestibulare) Ende der Zellen steckt, durchschimmern, sobald die Ha
Zelle abgefallen sind. Deiters (13) hat diesen Hof zuerst gesehen, abe
richtig gedeutet, obgleich er die Kernzange bereits kannte. Kölli
scheint ihn für das Flächenbild der Cilien genommen zu haben, ind
l. c. Fig. 521, genau an derselben Stelle, wo die Zange durchschimme
halbkreisförmige Linie zeichnet und dieselbe für einen Cilienkranz
Die Cilien bilden aber ebenso wie bei den inneren Haarzellen ein
Büschel auf der ganzen Endfläche der Zellen, Middendorp (40) (Fig. 3
Fig. 329).

Eine genauere Untersuchung der äusseren Haarzellen erweist, da
selben eigentlich aus zwei mit einander verschmolzenen gestielten Zell
stehen, wahre Zwillings- oder Doppelzellen sind. Die eine dieser
wendet ihr haartragendes Kernende nach oben und haftet mit dem St
der Membrana basilaris, die andere, fest mit ihr verschmolzene, liegt (in s
Richtung) zur Seite der ersteren und umgekehrt mit dem Kernende nac
(tympanalwärts) und mit dem Stiele (Phalangenfortsatz) nach oben ge
Aus der Verschmelzung beider kegelförmigen Zellen resultirt dann d
schriebene zweistielige und zweikernige Doppelkörper (Fig. 328 *E*

331 *p*). Die Verschmelzung der beiden Zellen zu einem Stücke ist bei ...schiedenen Thieren mehr oder weniger innig. Bei Nagern und Chiropteren ...n man die Zellen fast gar nicht von einander trennen, ohne sie zum grossen ...eile zu zerstören und die Theilstücke unkenntlich zu machen. Bei Hunden ...g. 328 *E*) ist es mir einige Male gelungen, einen etwas verstümmelten haar...genden Theil von dem Basalstiele und dem übrigen Zellkörper zu sondern, ...r dann die in der Figur gezeichnete Form hat und in zwei Stiele ausläuft; ...se zweistieligen Reste sind von Deiters ([13]) unter dem Namen »Haarzellen« ...Deiters'sche Zellen« Kölliker) als besondere Zellen beschrieben worden. ...tsprechend dem bei den innern Haarzellen erwähnten Verhalten hat das ...ere Zellenende auch hier einen dicken cuticularen Deckel, der in je einen ...ng der Lamina reticularis (s. diese) passt und die Haare trägt.

Die äussere Abdachung des Corti'schen Organes zeigt viele Verschieden...eiten nach Art und Gattung. Beachtenswerth ist, dass der Mensch vier, ...ielleicht sogar fünf Reihen äusserer Haarzellen besitzt (Fig. 329 und 334), ...während bei den von mir untersuchten Thieren stets nur drei Reihen vor...anden waren. [1]) Ausserdem sind die Haarzellen des Menschen sehr gross, ...lie Fortsätze stark und mehr gewöhnlichem Zellprotoplasma ähnlich, die Haare ...ehr lang und steif wie Borsten. — Beim Embryo findet man an Stelle der ...laarzellen eine dichtgedrängte Gruppe von Cylinderzellen, die sich allmählich ...n das Epithel der Zona pectinata verflachen. Wahrscheinlich geht jede Haarzelle aus der Theilung einer Cylinderzelle hervor, und die beiden Theilstücke bleiben mehr oder minder fest mit einander verbunden.

Ausser den später bei den Nerven zu erwähnenden Spiralfaserzügen finden sich zwischen den Haarzellen keine weiteren Gebilde vor. Für die mehr nach aussen auf die Haarzellen folgenden cylindrischen Stützzellen Hensen's (Fig. 329 *h*) genügt das pag. 930 bereits Bemerkte.

Eine noch besonders zu erwähnende Eigenthümlichkeit sind die zahlreichen hellbraunen Pigmentkörner, welche sich vor Allem beim Menschen in den Platten der Lamina reticularis so wie in dem Epithel des Ductus cochlearis, namentlich an der Stria vascularis, finden; schon Corti ([10]) hat darauf hingewiesen, pag. 111.

Die Membrana tectoria (Claudius Corti'sche Membran Kölliker) (Fig. 321 und 322 *Mt*) beginnt unmittelbar an der Ansatzlinie der Reissner'schen Membran auf der Crista spiralis mit einer unmessbar feinen Schicht, überdeckt, sich fest anschmiegend, die Crista, indem sie zugleich an Stärke bedeutend zunimmt, erreicht ihre grösste Dicke im Sulcus spiralis int. und endet, wie ich mit Hensen und Gottstein finde, in einem freien, allmählich wieder zu grösster Zartheit zugeschärften Rande in der Gegend der äussersten

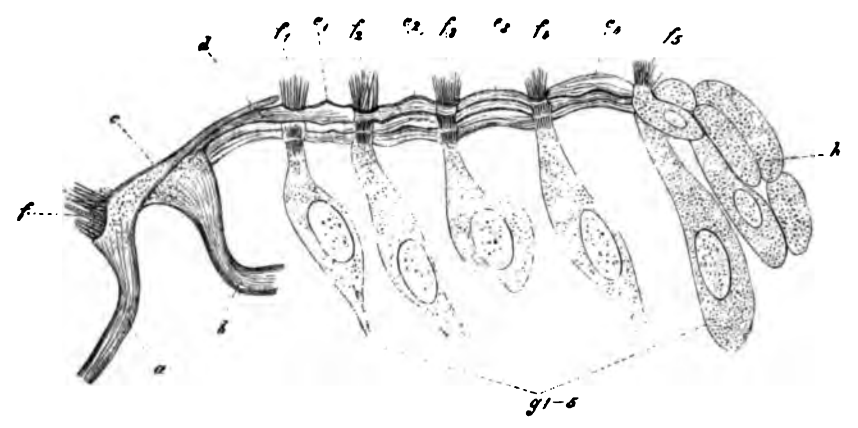
1) Hensen ([27]) sagt beiläufig, ohne zu erwähnen, ob bei Thieren oder Menschen, dass in der zweiten und dritten Windung »mehr als 4 Haarzellen« vorhanden zu sein schienen. Lowenberg bildet (Fig. 4) bei einem Querschnitte des Corti'schen Organes vom Kinde vier Haarpinsel ab, erwähnt aber weder im Texte noch in der Erklärung der Figur etwas von vier Haarzellenreihen beim Menschen.

Haarzelle. Sie liegt hier überall der Oberfläche des CORTI'schen der Lamina reticularis, s. w. u., dicht auf.

Die Hauptmasse der Membrana tectoria erscheint in radi feinfaserig; da, wo die Membran der Crista aufliegt, hat ihre ein unregelmässig netzförmig durchbrochenes Aussehen (Relie auch ihr äusseres Endstück läuft, man vgl. besonders die B von LÖWENBERG (39) und HENLE (26), in eine feine netzförmige Z welche höchst wahrscheinlich durch die vorstehenden Cilie äusseren Haarzellen veranlasst wird. Eine Unterscheidung vo Zonen an der Membran ist wohl eine überflüssige Bürde für d schon so reichlich bedachte CORTI'sche Organ. Von besonderen dagegen die Consistenz der Membrana tectoria. Ich weiss nicht zu dem Rufe einer besonders elastischen Membran gekomme isolirte Stücke sind vollkommen weich, lassen sich umlegen w niemals zeigen sie eine Einrollung an den Rändern. Nach de Alkohol schrumpft die Membran bedeutend zusammen und bew Oberfläche die Eindrücke der ihr zufällig anhaftenden Gebilde. einige Male die Haarbüschel der äusseren Haarzellen in der Membran stecken gefunden; dieselbe hatte sich dabei aus ihre entfernt und die Lamina reticularis sammt den Haarzellen gleic Haaren der letzteren mitgenommen. Es sind dies nicht unwichti die ich später zurückkommen muss. Vor der Hand ist zu cons die CORTI'sche Membran, wie, so viel ich sehe, bisher nur H gegeben hat, eine ziemlich weiche, nahezu gallertige Consisten ist nach KÖLLIKER (30.34) und HENSEN (27) wahrscheinlich als ei bildung (Ausscheidung) Seitens der Epithelzellen der Crista un spiralis int. anzusehen. Die letzteren bilden bei Embryonen ein die später in demselben Maasse, wie die CORTI'sche Haut wächst Bei den Vögeln setzt sich, wie HASSE (20) angibt, die Membrana scharfe Grenze in die schleimige Masse fort, in welche die Otolithe eingebettet sind.

Das complicirteste Gebilde des Ductus cochlearis ist unstre mina reticularis KÖLLIKER, deren höchst zierliches Flächenbild

sen vom CORTI'schen Bogen folgt der grössere Theil der Netzlamelle, drei, .. vier Reihen Phalangen und Ringe, entsprechend der Zahl der äusseren arzellen. Dieselben gehen am Aussenrande des CORTI'schen Organes wie- r in ein unregelmässig geformtes cuticulares Maschenwerk über, die DEITERS'- ien Schlussrahmen, welches an der vestibulären Fläche des Epithels der



;. 329. Fragment der Lamina reticularis vom neugeborenen Kinde. Profilansicht. $^{800}/_{1}$. nnerer, *b* äusserer Pfeiler; nur die Kopfenden erhalten. *c* Kopfplatte des inneren Pfeilers r dem ersten Haarbüschel, f_1, endend. *d* Kopfplatte des äusseren Pfeilers mit ihrem alangenförmigen Anhange e_1. *f* Haare der inneren Haarzelle; letztere selbst nicht er- lten. f_1—f_5 Fünf Haarbüschel von äusseren Haarzellen, durch die Ringe der Lamina iicularis austretend (an Flächenansichten konnten mit Sicherheit nur 4 Reihen Haar- schel gezählt werden; nur hie und da fand sich noch ein gleichsam vorgeschobenes schel in fünfter Reihe). e_1—e_4 Phalangen. g_1—g_5 Aeussere Haarzellen, der Lamina reticularis noch anhängend, verstümmelt. *h* Stützzellen (HENSEN).

na pectinata so wie der HENSEN'schen Stützzellen sich ausbildet und keiner sonderen Beschreibung bedarf.

Ringe und Phalangen sind in regelmässiger Folge alternirend gestellt; mer ist eine Phalange von vier Ringen umgeben und umgekehrt;[1] ein Blick f Fig. 326 wird das Gesagte hinreichend illustriren. Die erste Reihe der sseren Ringe beginnt hart am äusseren Ende der Kopfplatten der inneren eiler; nach aussen bildet je eine Phalange der zweiten Reihe, an jeder ite das phalangenförmige Endstück der äusseren Kopfplatten (Fig. 326 *k l n*) die Begrenzung. An der Umrahmung der Ringe zweiter Reihe parti-)irt wieder das Endstück der äusseren Kopfplatte. Von der Begrenzung der itten Ringe ist nur zu beachten, dass nach aussen (s. Fig. 326) die voll- indig ausgebildeten Phalangen fehlen und dafür die DEITERS'schen Schluss- ımen eintreten.

1 Strenge genommen gilt das freilich nur, wenn man, wie gleich näher begründet rden soll, den Begriff der Phalange weiter fasst und auch die Kopfplatten der Pfeiler, so e die Schlussrahmen mit hierher zieht; sonst könnte man natürlich nur von den Ringen r dritten Reihe beim Menschen sagen, dass sie allseitig von Phalangen umgeben würden.

Jeder Ring ist ausgefüllt mit dem Basalsaume einer zuge
zelle; der Rahmen der Ringe geht continuirlich in die Rahmen
den Phalangen über, so dass man bei Isolation einer Phalan
Ringes, immer die betreffenden Stücke der angrenzenden Ri
langen: mit fortnimmt, gerade so wie man keine Masche eines
kann, ohne die benachbarten Maschen, jede für ihren contingent
mit zu zerstören. Auch die Phalangenrahmen sind mit einer z
ausgefüllt, die jedoch mitunter verloren geht, so dass nur da
erhalten bleibt.

Ueber eine ähnliche äussere Formbeschreibung ist man in
Darstellungen der Lamina reticularis nicht hinausgegangen —
der bereits durch Kölliker gegebenen richtigen Deutung derse
cuticularen Deckplatte des Corti'schen Organes. Ein Verständn
den ersten Blick so verwickelten Bildung und zugleich eine ri
digung des Corti'schen Bogens und Organes wird aber erst n
man alle diese Theile in ihrem Zusammenhange betrachtet.

Gehen wir von innen nach aussen am Corti'schen Orga
sehen der Einfachheit wegen von der grösseren Zahl der Ha
Menschen ab — so finden wir hinter einander gelagert sechs Reih
die im Grossen und Ganzen alternirend gestellt sind: die inner
die inneren und die äusseren Corti'schen Pfeiler und die drei R
Haarzellen. Die regelmässige Alternation der Stellung wird n
abweichende Zahl der inneren Haarzellen und Pfeiler gestört.

Sehen wir uns die Corti'schen Pfeiler genauer an, so er
bald, dass dieselben in ihrem Baue einer äusseren Haarzelle
Jeder Pfeiler ist eine zum grössten Theile cuticular metamorpho
zelle, deren einer Theil die kernhaltige Basis der Membrana b
andere der Lamina reticularis zukehrt. Die kernhaltige Partie di
Theiles liegt am Kopfstücke der Pfeiler, wo wir die hierselbst
kernhaltigen Protoplasmareste bereits pag. 932 beschrieben hal
Pfeilerfüssen sind sie ja schon lange bekannt. Auch die beid
fehlen nicht. Der Basilarfortsatz gehört zu dem oberen Protoplasr
der oberen Zelle, und bildet einen Theil (die äusserste Rinde)
körpers; der Phalangenfortsatz ist unstreitig durch die Kopfplatte
er gehört zum Protoplasmareste am Pfeilerfusse (der unteren Z

i ursprünglich getrennten Zellen verschmilzt oder, ebenso wie ich es für äusseren Haarzellen vermuthete, aus der Theilung einer Zelle mit nach- iger cuticularer Umbildung der Theilproducte sich heranbildet. [1])

Jede der äusseren Haarzellen entspricht, wie das aus ihrer schief nach sen abgedachten Stellung ohne Weiteres folgt, einem Ringe mit der nach sen hin angrenzenden Phalange. Jede Phalange ist der cuticulare Panzer er Haarzelle, die unter demselben liegt, mit ihm fest verbunden, wie eine hildkröte unter ihrer Schale, und ihren Kopf zu dem betreffenden Ringe aausstreckt. So erklärt sich auch die Thatsache, dass die äusseren Phalangen rzer werden und die letzten blos als unregelmässige Schlussrahmen er- ieinen, indem die äusserste Reihe der Haarzellen weniger geneigt steht. nge, stark abgedachte Haarzellen (Katze, Rind, Mensch) liefern eine breite mina reticularis mit langgezogenen Maschen, steil gestellte, kurze Haarzellen hiropteren), eine schmale Netzplatte mit kurzen, breiten Maschen.

Lassen wir vor der Hand die verschiedenen Eigenthümlichkeiten der neren Haarzellen ausser Acht, so verräth der anscheinend complicirte Bau s CORTI'schen Organes einen einfachen Plan. Mehrere Reihen von Cylinder- llen (Doppelzellen) sind in regelmässiger Anordnung auf einer breiten Zone s Spiralblattes hinter einander aufgestellt und zwischen zwei membranösen uticularen) Begrenzungen (der Lamina reticularis und der streifigen Schicht r Membrana basilaris), festgehalten. Je zwei dieser cylindrischen Doppel- llen, die Pfeilerzellen, sind zum grössten Theile ebenfalls cuticular umge- andelt, behufs Herstellung eines festen tragenden Bogens für das Ganze. e cuticulare Decklamelle geht von den Kopfstücken des Bogens selbst aus id wird von den Enden der Zellen gebildet; sie verliert sich allmählich nach iden Seiten in immer schwächer werdende Ausscheidungen auf dem inneren id äusseren Epithel. Abweichungen von diesem Plane sind gegeben durch e inneren Haarzellen, welche einmal nicht als Doppelzellen angesehen wer- n können und ferner, ebenso wie die inneren Pfeiler, an Zahl den äusseren iarzellen nicht entsprechen. Die inneren Pfeiler erscheinen als der Mittel- inkt des Ganzen, indem sie sowohl nach innen als nach aussen hin an der ldung der Lamina reticularis Theil nehmen.

Besonders hervorzuheben ist noch die sorgfältige Befestigung der äusseren iarzellen, die mittelst ihrer beiden Fortsätze und ihres Kopfstückes unver- ckbar zwischen der Lamina reticularis und der Basilarmembran gleichsam ie ausgespannt erhalten werden. Diese Zellen nebst den CORTI'schen Pfeilern id eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit der menschlichen und der Säuge-

1) Das Kopfstück der Pfeiler entspricht nach dem Vorstehenden dem Cilien tragenden ide der Haarzellen. GOTTSTEIN und ich haben schon seit Langem nach verschiedenen funden die Ansicht gehegt, dass in der That am Kopfende der Pfeiler Rudimente von rchen vorkommen, s. z. B. die Fig. 334. Auch der fasrige Bau des Pfeilerkörpers weist rauf hin.

[illegible] die näheren Haarzellen, komme ich nach [illegible]

[illegible] zu dem, sich die Endfäden [illegible] Theilen, den beiderie [illegible] Ich schicke der darauf [illegible] über das Verhalten des Hörnervenstamme[illegible]

[illegible] und seine Beziehungen zum Corti'schen Orga[illegible]

[illegible] denen ich hier [illegible] Wurzeln aus der Medulla [illegible] ganglösen Ursprungs[illegible] [illegible]körpern am Boden [illegible] auffallend dicke [illegible] entspringt aus einem [illegible] medullam oblongatam [illegible] beschreibt und [illegible] des Acusticus aus seinen Gangl[illegible] den literarischen Nac[illegible] — Die [illegible] Wurzel führt gleich [illegible] Austritte aus der Med[illegible]

[illegible] zu einem gemeinsamen St[illegible] sich nicht selten [illegible] Primitivfaserbündel mit einfacher [illegible] anzusehen sind, da eine Schwa[illegible] Scheide an ihnen nicht demonstrirt werden kann. Im Porus auditiv[illegible] spaltet sich der Stamm in zwei Aeste, Ramus vestibularis und Ramus coch[illegible] Der erstere hat dort wieder ein kleines Ganglion, Intumescentia gan[illegible] formis Scarpae, und zerfällt in die Rami ampullares, utricularis [illegible] den Ramus sacculi. Der bei weitem stärkere Ramus cochlearis gibt no[illegible] kleines Bündel an das Septum membranaceum utriculi et sacculi Hen[illegible] und an die Reichert'sche [47] Macula cribrosa quarta ab, was jedoch M[illegible]dorf [48] bestreitet, und tritt dann durch den tractus spiralis foraminu[illegible] direct zur ersten Windung der Lamina spiralis, sowie geradeweges i[illegible] Spindel ein, um sich von da aus zu den übrigen Windungen des Spiralt[illegible] zu begeben. Bevor jedoch die Faserbündel in die Lamina spiralis eint[illegible] durchsetzen sämmtliche Aeste das Ganglion spirale im Canalis ganglionar[illegible] Anfange der Lamina spiralis gelegen. Wahrscheinlich ist hier jede Ne[illegible]faser durch eine bipolare Ganglienkugel interpolirt. Auch im Hauptst[illegible] des Nerven, so wie am Ramus vestibularis werden zahlreiche eingesch[illegible] Ganglienzellen gefunden, die sich einfach wie kernhaltige Anschwellu[illegible] des Axencylinders ausnehmen; vgl. Fig. 26 B. Lief. I dieses Werkes.

Vom Ganglion an verlaufen die immer noch stark markhaltigen Fasern in
r Ausbreitung mit reicher Anastomosen- und Plexusbildung (Fig. 330)
schen der tympanalen und vestibularen Lamelle der Lamina spiralis ossea,
h weit näher der ersteren. Man kann hier die Anastomosen zwischen
gröberen und feineren Bündeln unterscheiden. Letztere (Fig. 330 *b*) sind
n Menschen noch unmittelbar vor dem Eintritte in den Ductus cochlearis

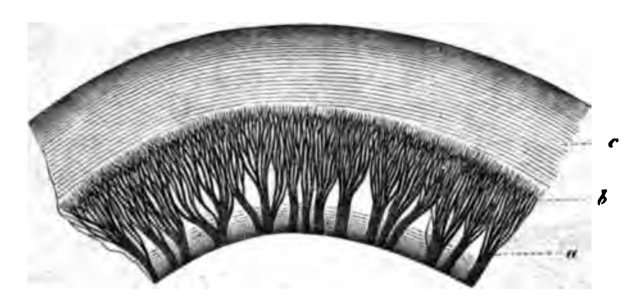


Fig. 330. Lamina spiralis der ersten Schneckenwindung von der tympanalen Fläche (1½jähriges Kind.). Ausbreitung des N. cochlearis, *a*. Starke Stämme mit zahlreichen Anastomosen. *b*. Gürtelförmige letzte Reihe feiner Anastomosen. *c*. Membrana basilaris. 30/1.

hr zahlreich, so dass dadurch im Flächenbilde eine zarte gezackte Linie
edingt wird. Rasch spitzen sich nun die einzelnen Endbündel des Nerven
u, indem die Fasern den grössten Theil ihrer Markscheide verlieren und
urch feine Kanäle der Membrana basilaris in den Binnenraum des Ductus
ochlearis eintreten.

Die feinen, im Allgemeinen rundlichen Nervenkanäle haben in der oberen Schneckenwindung eine messbare Länge, indem sie die Membrana basilaris schräg durchsetzen, und noch auf diesem Wege anastomosiren einzelne der blassen Nervenfasern mit einander. In der unteren Windung zeigen sie dagegen einen mehr senkrechten Verlauf, so dass man bei der Flächenansicht förmliche Löcher vor Augen hat, klein, rundlich und dicht stehend beim Menschen, grösser, von elliptischer Begrenzung beim Hunde und bei anderen Thieren (Fig. 324 *k*). Eine detaillirte Beschreibung derselben gibt Löwenberg; vgl. auch Kölliker, mikrosk. Anatomie p. 751.

Die durchgetretenen blassen Fäden beharren in der bisherigen radialen Richtung, um zu ihren Endorganen zu gelangen, und muss man, entsprechend den inneren und äusseren Haarzellen, innere und äussere Nervenendfäden unterscheiden. Sowohl die inneren wie die äusseren Fäden durchsetzen zuerst, unmittelbar nach ihren Austritte, ein schwaches Lager kleiner rundlicher Zellen, die Körnerschicht (Fig. 331 und Fig. 335 *A*.), welches unter der inneren Abdachung des Corti'schen Organes, gerade an der Durchtrittsstelle der Nervenfasern gelegen ist. Ich werde diese Körnerschicht, so wie ihre etwaigen Beziehungen zu den Nervenfasern, später bei der Betrachtung der spiralen Faserzüge des Corti'schen Organes wieder aufneh-

men, um zunächst die radialen Nervenfasern bis zu ihren Endigung
zu geleiten.

Die inneren Radiärfasern treten, wie ich mehrfach constatirt hab
335 *B*), direct durch die Körnerschicht hindurch und gehen ohne We

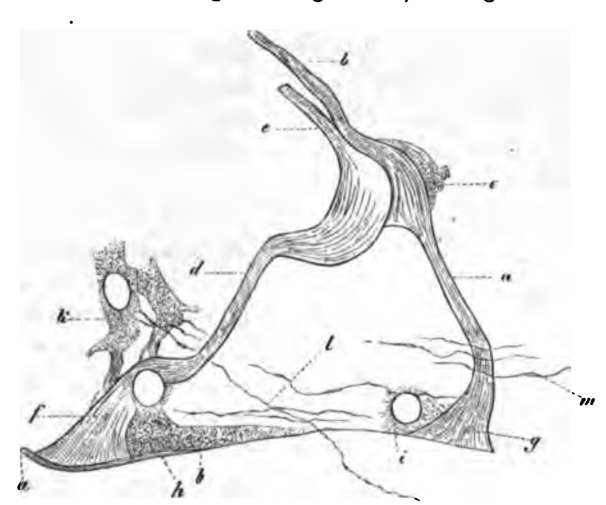


Fig. 331. Senkrechter Durchschnitt des Corti'schen Organes vom Hunde
a-*b*. Homogene Schicht der membrana basilaris. *u*. Vestibulare Schicht dersel
Streifen der Zona pectinata entsprechend. *v*. Tympanale Schicht mit Kernen, gr
Zellenprotoplasma und querdurchschnittenen Bindegewebsfibrillen dazwischen. a
tympanicum der Crista spiralis. a_1 Fortsetzung des tympanalen Periostes der L
ralis ossea. *c*. Verdickter Anfangstheil der Membrana basilaris unmittelbar na
von der Durchtrittsstelle der Nerven, *h*. *d*. Vas spirale *e*. Blutgefäss. *f*.
bündel. *g*. Epithel des Sulcus spiralis int. (nicht gut erhalten). *i*. Innere
k. Deren basaler Fortsatz. Um den letzteren, oberhalb der Durchtrittsstelle der
einzelne Kerne und eine feinkörnige Masse, in welche die Nervenfasern einstrahlen
schicht). *l*. Innerer Theil der Kopfplatte des inneren Pfeilers und Haare der inner
zelle. *m*. Verbundene Kopfstücke beider Pfeiler; der Körper des hierher
äusseren Pfeilers in der Mitte durchgeschnitten; dahinter treten Körper und F
folgenden Pfeilers hervor. *n*. Fuss mit kernhaltigem Protoplasmareste des inne
lers. *p*, *q*, *r*. Drei äussere Haarzellen (Härchen nur in Spuren erhalten); nur di
vollständig; von den beiden anderen sieht man nur die Kopftheile. *t*. Basalthei
anderer Haarzellen. *z*. Hensen'sche Stützzelle. *l*-l_1. Lamina reticularis. *w*.
faden, der sich an die erste Haarzelle *p* begibt und sich unter dem Bogen durch
Eintrittsstelle der Nerven verfolgen lässt.

das spitze Ende der inneren Haarzellen über. Diese Fasern haben,
ich sehe, eine relativ beträchtliche Stärke (1,5 - 2μ), und halte ich si
nicht für einzelne Axenfibrillen, sondern für Fibrillenbündel (Axency
vgl. pag. 116 dieses Werkes. Ihrem Durchmesser nach können sie se
dem ungetheilten Axencylinder einer an die Foramina nervina heranget
markhaltigen Acusticusfaser entsprechen. Aehnlich fand Hasse (18—25)
die Nervenendigung an den Haarzellen der Vögel und Frösche, s. w. u

Die äusseren Radiärfasern begeben sich, wie Gottstein gefund
zwischen je zwei inneren Pfeilern in den Corti'schen Tunnel hinei
durchsetzen denselben ungefähr in der Mitte der Pfeilerhöhe, so dass
der Profilansicht wie ausgespannte Harfensaiten erscheinen. In gleicher

assen sie den Raum des Bogens wieder zwischen den äusseren Pfeilern begeben sich, ein wenig vestibularwärts aufsteigend, direct zu den ...eren Haarzellen, mit denen sie unmittelbar verschmelzen (Fig. 331 u. 332). ...Hunden und Fledermäusen habe ich diese Nervenendigung an mehreren ...paraten auf das überzeugendste gesehen, wenigstens was die innerste



...g. 332. Corti'scher Bogen vom Menschen (30 jähr. Mädchen). Zerzupfungspräparat. $^{610}/_{1}$. ...ie natürliche Lagerung, wie man sie an Schnitten sieht, ist nicht erhalten). *a.* Innerer ...feiler. *b.* Dessen Kopfplatte. *c.* Anhang, wahrscheinlich von einer inneren Haarzelle ...errührend. *d.* Aeusserer Pfeiler. *e.* Dessen Kopfstück (nur zum Theil erhalten). *f.* Dessen ...uss. *g.* Fuss des inneren Pfeilers. *h.* Kern mit weit zwischen beiden Pfeilern hinziehen...em Protoplasma. *i.* Kern des inneren Pfeilerfusses. *k.* Rudimente zweier äusserer Haar...ellen. *l. m.* Bruchstücke radialer deutlich variköser Fäden, welche sich zum Theil bis zu den äusseren Haarzellen verfolgen lassen (Nervenfäden).

...eihe der Haarzellen betrifft. Für die weiteren Reihen wird aber wohl der...elbe Endigungsmodus zulässig sein, da man oft mehrere Fasern zugleich ...wischen den äusseren Pfeilern durchtreten sieht.

Die äusseren Radiärfasern erschienen mir stets weit zarter als die inne...en. Frisch (Fig. 332 und 333) gleichen sie auf das Genaueste den von Max ...chultze aus der Retina beschriebenen feinsten Axenfibrillen mit ihren cha...acteristischen tropfenförmigen Varikositäten, wie sie zu den Stäbchenkörnern ...in verlaufen; besonders schön habe ich das an einem Osmiumpräparate von ...ottstein gesehen. Auch aus der Schnecke hat bekanntlich Max Schultze (50) ...uerst solche blasse Nervenfibrillen beschrieben, und bin ich geneigt, alle ...iese feinsten varikösen Fibrillen, welche man im sulcus spiralis internus ...eben den zu den inneren Haarzellen gehenden stärkeren Fasern antrifft, auch ...venn sie scheinbar, wie in Fig. 333, zu den inneren Haarzellen treten, für ...ussere Radiärfasern zu halten, welche ja alle diesen Weg verfolgen müssen. ...asselbe gilt für die feinen Fasern in Fig. 335 *A*, welche in der Körnerschicht ...nd zwischen den inneren Haarzellen aufwärts steigen; denn, wie erwähnt,

waren diejenigen Fasern, welche ich mit **Bestimmtheit an den** zellen enden sah, weit stärker. Die Varikositäten der äusseren s. auch Fig. 17 pag. 109 dieses Werkes, sind mit nichts And wechseln; wer ein ten varikösen Ner der Schnecke gesel nicht leicht in di kommen, Bindeg für Nervenfäserche Allerdings sieht ma äusserst zarten fibrillen der tymp der Basilarmembra kleine körnige Ar in ziemlich regelm doch haben diese eigenthümlichen G exquisite Tröpfcher ten Nervenvarikosit rücksichtigung die genschaften so wie des, dass die Tröp Ueberosmiumsäure färben, möchte ic Nervenvarikositäten druck einer äussers hülle erklären, di den Max Schultze'sc fibrillen, meinen nicht fehlen würde. net dagegen auch keren Nervenendfäs gel und Frösche di

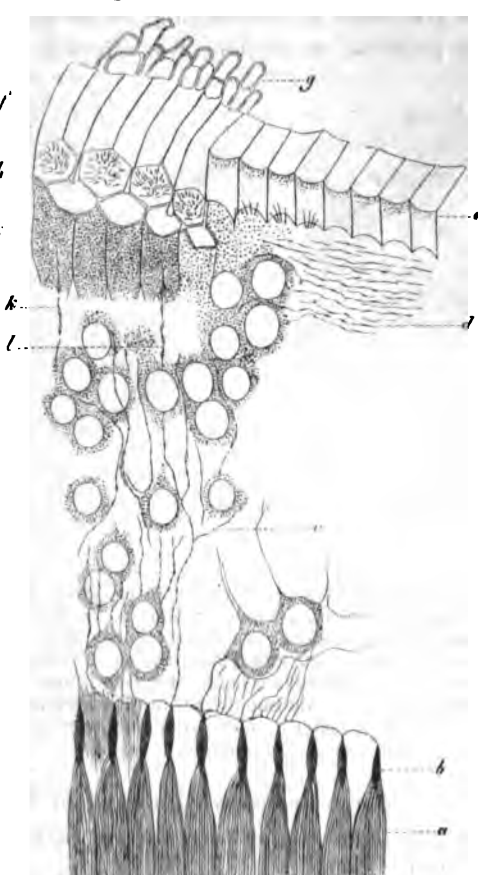


Fig. 333. Akustische Körnerschicht des Hundes mit den angrenzenden Partien; die Zeichnung entspricht 2 Präparaten, von denen das eine die Strecke von f–l umfasst. Der Anfangstheil des Corti'schen Bogens sammt den inneren Haarzellen stark nach

chen, von GOTTSTEIN und mir hergestellten Präparaten als eine sichere Thatsache für die Kenntniss der Gehörschnecke in Anspruch nehmen zu dürfen. Ich bin überzeugt, dass Niemand, der mit guten Methoden arbeitet, dies wird läugnen können. Es muss aber die Frage aufgeworfen werden, ob nicht noch andere nervöse Elemente, ich meine die von MAX SCHULTZE entdeckten spiral verlaufenden Faserzüge, in der Schnecke vorkommen.

Nach meinen Beobachtungen kann man am Corti'schen Organe zwei Hauptzüge spiraler Fasern unterscheiden, den inneren und den äusseren Zug. Der innere und zugleich schwächste Zug (Fig. 334 *i*. Fig. 335 *Ac.*)

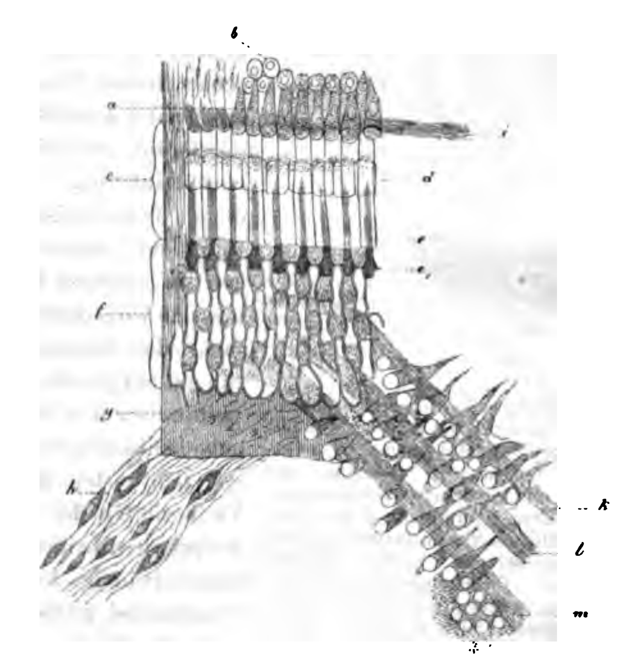


Fig. 334. CORTI'sches Organ vom Menschen (28jähr. Frau). Flächenansicht. Zerzupfungspräparat. Spirale Faserzüge. 400/1. *a*. Innere Haarzellen. *b*. Kleine runde Zellen des Sulcus spiralis int. *c*. Kopfstücke der CORTI'schen Pfeiler. *d*. Kleine punktförmige Bildungen auf den letzteren. *e*. Kopfplatte eines äusseren Pfeilers, durch die Kopfplatte des inneren durchschimmernd und in die erste Phalange, e_1, übergehend. *f*. Lamina reticularis mit 4 Reihen von Haarringen und 4 Reihen Phalangen, welche in grosse Platten (DEITERS'sche Schlussrahmen) übergehen. *g*. Membrana basilaris. *i*. Innerer spiraler Faserzug. *k*, *l*, *m*. 3 äussere spirale Faserzüge mit äusseren Haarzellen dazwischen. *h*. Bindegewebe mit Spindelzellen von der tympanalen Fläche der membrana basilaris.

entspricht der Reihe der inneren Haarzellen und zieht unter der Lamina reticularis am unteren Ende dieser Zellen vorbei. Der äussere Zug besteht eigentlich aus drei parallelen Abtheilungen, welche den drei Reihen der äusseren Haarzellen folgen, in deren Zwischenräumen in gleicher Höhe wie der innere Zug er verläuft. Die innerste Abtheilung zieht zwischen der Reihe der äusseren Pfeiler und der ersten Haarzellenreihe hin, die beiden anderen in den Zwischenräumen der folgenden Reihen. Beim Menschen (Fig. 334)

habe ich bis jetzt auch nur 3 Abtheilungen des äusseren Zuge[illegible] geachtet hier mehr Haarzellenreihen vorkommen, und, wie s[illegible] angibt, die spiralen Fasern hier am leichtesten zu sehen [illegible] s. Fig. 334, erhält man die Haarzellen bei Isolationspräparate[illegible] Faserzügen diesen fest anliegend; doch ist es mir nicht gelun[illegible] bindung zwischen Fasern und Zellen zu ermitteln.

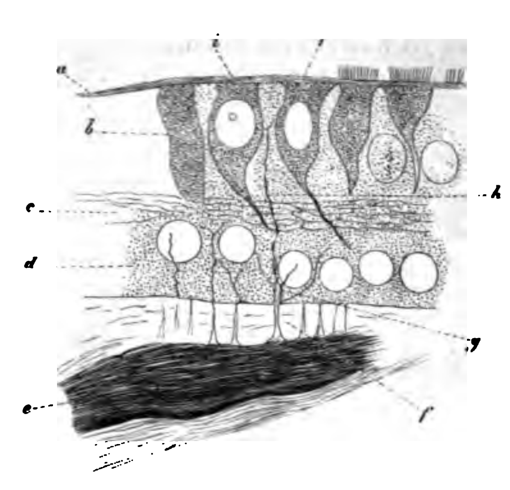


Fig. 335 A. u. B. Zwei Längsschnitte (Spiralschnitte) des Corti'schen Organes durch die Region der inneren Haarzellen. Vesperugo noctula. 800/1. A, *a.* Cuticula (Durchschnitt der inneren Abtheilung der Lamina reticularis) mit einzelnen vorstehenden Haarbüscheln. *b.* Innere Haarzellen, davon zwei mit langen, etwas geschrumpften Fortsätzen. *c.* Spirale Fasern. *d.* Körnerschicht. *e.* Nervenbündel (schräger Durchschnitt). *f.* Einzelne durchtretende Nervenfasern. *g.* Eine solche, welche sich in der Körnerschicht in mehrere Fäden theilt. *h.* Eine längere feinere Faser, welche zwischen den Haarzellen aufwärts verläuft.

Die Fibrillen [illegible] gehören zu den [illegible] dungen, welche [illegible] kennt. Bei sch[illegible] grösserungen ers[illegible] schon Hensen (27) [illegible] er sie mit der mole[illegible] der Retina vergl[illegible] eine feinkörnige [illegible] einer feinfaserig[illegible] Unter sehr stark[illegible] gen sie äusserst [illegible] mässige Varikosit[illegible] mehr den körnig[illegible] lungen entsprech[illegible] vorhin von den [illegible] gewebsfibrillen s[illegible] von den zarten [illegible] Varikositäten der [illegible] venprimitivfibrille[illegible] unterscheiden. Ic[illegible] Unterschied zwis[illegible] ralen Fibrillen und [illegible] radiären Nervenen[illegible] an frischen und an Ueberosmiumpräparaten sich darstellt, beso[illegible] heben. Dass ich wirklich die spiralen Faserzüge des Corti'sche[illegible] mir gehabt habe, und keine Verwechslung mit tympanalen Fase[illegible] men ist, werden die Abbildungen Fig. 334 u. Fig. 335 A zur Gen[illegible]

Woher die spiralen Faserzüge des Corti'schen Organes st[illegible]

Von diesen Zellen, die ich vorläufig mit dem Namen »Kornzellen« be-
nen möchte, gehen nach verschiedenen Richtungen hin Ausläufer ab,
he ganz und gar den Fibrillen der spiralen Züge gleichen und auch
d) in diese umzubiegen scheinen.[1]) Auf Längsschnitten der Lamina spi-
(Fig. 335 A) folgen die Elemente der inneren Haarzellenregion in fünf-
r Lage aufeinander: Nerven-
n e, Körnerschicht d, spirale
lage c, zwischen deren Fa-
die Fortsätze der inneren
zellen b wie in einem Strick-
e von Fäden stecken, und end-
die haartragende Cuticula (a).
sicht die Nervenfasern als
ere (g) und feinere (f) Axen-
lenbündel in die Körnerschicht
eten; auch habe ich, wie bei g,
lungen stärkerer Fibrillenbün-
esehen. Einzelne der schma-
Nervenfäserchen gehen zwi-
den Haarzellen aufwärts;
müssen nach dem vorhin,
5, Bemerkten wohl als äussere
rfasern angesehen werden,
he zwischen den inneren Haar-
n und den Pfeilern nur durch-
n. Ob ausserdem nun andere
enfibrillen noch in die Aus-
r der Kornzellen übergehen und durch Vermittelung derselben oder
t, wie Max Schultze (50) und Deiters (13) angeben, mit spiralen Fasern
mmenhängen, resp. in die letzteren umbiegen, so dass diese als Nerven-
itivfibrillen angesehen werden müssten (Max Schultze [2]), das habe ich
entscheiden können. Ich beschränke mich hier zunächst auf das rein
sächliche, so weit ich es vertreten darf; weiter unten komme ich noch
ie Bedeutung des Spiralfasersystems zurück.

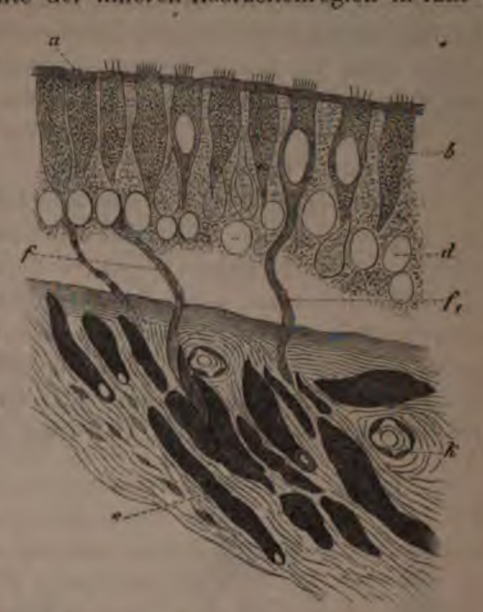


Fig. 335 B. a, b, d, e. wie vorhin. f. Durchtretende Nervenfaser. f, Eine solche, welche mit einer Haarzelle verschmilzt. k. Querdurchschnittenes Blutgefäss.

[1]) Leider ist die Zeichnung Fig. 333 nicht gut genug ausgefallen, um die Zartheit der
de stehenden spiralen Fasern und den Unterschied derselben von den ebenfalls
elhaft wiedergegebenen varikösen Nervenfibrillen, die ich zum Vergleiche aus einem
en Präparate hatte daneben zeichnen lassen (k und l in der Figur), treu zu veran-
lichen.

[2]) Nach einer brieflichen Mittheilung, auf welche ich hier mit freundlicher Genehmi-
des Autors Bezug nehmen kann, stützt sich die Angabe Max Schultze's von dem
en Umbiegen der marklos gewordenen Acusticus-Fasern in spirale Faserzüge vor-
lich auf eine Reihe Präparate vom Menschen. Max Schultze vergleicht dieses spiral
nde Lager markloser Nervenfasern mit der Opticusfaserschicht der Retina, in welches
alls die markhaltigen Opticusfasern sofort umbiegen.

Ductus cochlearis das schon beschriebene Tegmentum vasculo
Auskleidung des Ductus besteht aus Epithelzellen von vers
und Form, aus Haarzellen und Kornzellen — letztere beide
nur an denjenigen Stellen, wo Nerven zur Schneckenwand tr
einer Membrana tectoria.

Die grossen Epithelzellen sind sehr hell und durchscheine
am längsten auf den sogenannten Gehörzähnen, Vorsprüng
viereckigen Knorpelstabes; HASSE (20) bezeichnet sie als »Zah
scheinlich dienen sie, seinen Angaben nach, der Ausscheidun
tectoria. Die letztere ist über die ganze Haarzellenregion au
gends angeheftet, in der Lagena von vollkommen schleimige
mit zahlreichen Otolithen darin. Sie zeigt auf ihrer tympan
regelmässige Mosaik von den Abdrücken der Haarzellen, der



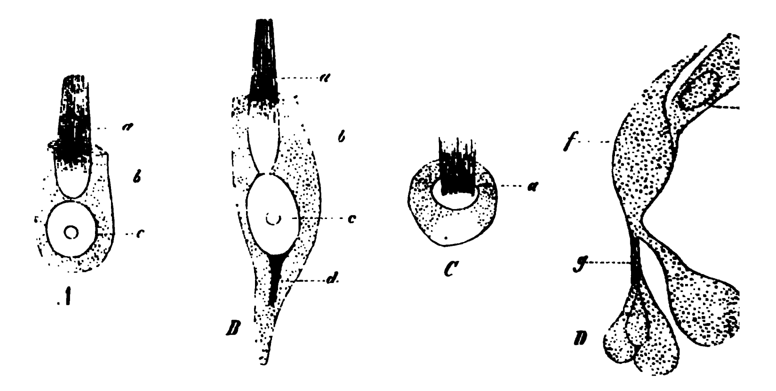


Fig. 336. Isolirte Zellen aus der Schnecke der Taube. 800/1. Frisch in
lösung. *A. B. C.* Haarzellen. *A* und *B*. Längsansicht. *C*. von der End
schopf. *b*. helle becherförmige Stelle. c. Kern mit Kernkörper. *d*.
dunklem bis zum Kern reichendem Faden. *D*. Eine Gruppe von kleinen

ers ([11]) und Hasse ([20]) lassen ebenso, wie früher Leydig ([36]), statt des rbüschels ein einziges starkes langes Haar auf der Endfläche der Zellen en, und halten, ungeachtet einiger von ihnen angegebener Befunde, dass es anscheinend solide Haar Spuren eines Zerfalles in Einzelhärchen zeige, dieser entschieden irrigen Auffassung der Sache fest. Sie nennen daher in Rede stehenden Gebilde »Stäbchenzellen«, welchen Namen ich mit der eichnung »Haarzellen« vertauschen zu müssen glaubte, schon um die Uebereinstimmung dieser Zellen mit den inneren Haarzellen der Säugethiere, denen am meisten gleichen, zum Ausdrucke zu bringen. Bei der Ansicht von Fläche hat es den Anschein, als ob das Haarbüschel aus einer kelchartigen rtiefung der Zellen hervortrete und sich nach innen bis an den Kern ercke. Das obere (freie) Ende der Zellen trägt ausserdem einen cuticularen um. Mitunter habe ich noch vom Kerne aus einen feinen Faden zum basien Fortsatze der Zelle ziehen sehen. Etwas Aehnliches bildet Hasse bei öschen und von den Haarzellen des Bogenapparates der Vögel ab; hier ht jedoch der dunkle Contour vom Zellenkerne zur freien Fläche hin.

Sowohl bei Vögeln als bei Fröschen hat nun Hasse ([18–21]) als erste here Beobachtung einer Nervenendigung in der Schnecke den unmittelren Uebergang je einer ungetheilten marklos gewordenen Nervenfaser in n basilaren Fortsatz der Haarzellen nachgewiesen. Ich kann nach eigenen äparaten von der Taube seinen Angaben nur beipflichten; es sind hier nz dieselben Verhältnisse, wie bei den inneren Haarzellen der Säuger ig. 335 B). — Auch die Kornzellen fehlen den Vögeln nicht; sie bilden ein amales Lager am Grunde der Haarzellen dicht oberhalb des Nerveneintrittes d stehen ebenfalls mit feinen Fortsätzen in Verbindung. Hasse ([21, 22]) hält für verkümmerte Epithelzellen.

Für die niederen Thiere fehlt mir eine genügende Reihe eigener Erfahngen. Nach Hasse ([23–25]) gestaltet sich im Principe die innere Auskleidung r Schnecke und die Nervenendigung bei Fröschen ebenso wie bei den Völn; was nach Leydig und Deiters, abgesehen von dem fehlenden Nachise der Nervenendigung, auch für die Reptilien gelten würde. — Bilngen, die den Corti'schen Pfeilern, den äusseren Haarzellen und der Lana reticularis entsprechen, kommen, wie ich hier nochmals hervorheben ichte, ausserhalb der Säugethierklasse nicht vor.

Vergleichend anatomische und physiologische Bemerkungen.

Die anatomischen Thatsachen weisen mit Sicherheit darauf hin, dass in n Haarzellen der wesentlichste Theil des Schneckenapparates gegeben ist. bei müssen wir beachten, dass die Haarzellen der Amphibien, Reptilien d Vögel in ihrem Baue und in ihrer Stellung sich mehr wie die inneren arzellen der Säugethiere verhalten, bei denen durch den Corti'schen Bogen d die äusseren Haarzellen etwas ganz Neues hinzukommt, welches sich in

ich für jetzt noch unerledigt lassen. — Im Corti'schen Bogen wesentlich einen Stützapparat für die Haarzellen sehen.

Eine eingehendere Würdigung verdient die Membrana t Otolithenmasse. HASSE [20—21] hat beide Gebilde in eine Katego gestellt und sie als schwingende Apparate aufgefasst, deren ve regte Vibrationen direct auf die Nervenenden, zunächst auf die zellen, übertragen würden; sie seien also die wesentlichste erregenden Einrichtungen des inneren Ohres, wie das von de kanntlich schon seit jeher angenommen wurde. Ich möchte d eine nicht minder bedeutungsvolle, aber gerade entgegengesetz schreiben und sie als Dämpfungsapparate ansehen. H empfindungen etc.) hat gezeigt, dass an den Einrichtungen de ein sehr vollkommener Dämpfungsmechanismus existiren m glaube, dass kein Bestandtheil des Labyrinthes vermöge seine Construction und seiner Lagerung geeigneter sein dürfte, in fungiren, als die Membrana tectoria und die Otolithen. Die meist Aggregate kleiner Krystalle, ohne regelmässige Anord schleimigen Masse suspendirt, welche ihrerseits den Hörbä Selbst die grossen einfachen Otolithen der Fische und ander wesentlich Agglomerate zahlloser kleiner Krystalle. Man wird dass ein solcher Apparat, der an einen »Sandsack« erinnert, ger angethan sein kann, in regelmässige Schwingungen zu gerathen eher im Stande ist, die Schwingungen anderer Körper, mit de rührung kommt, zu dämpfen. Es spricht auch dafür die vo Dekapoden gemachte Beobachtung, dass diese Thiere zum T Quarzkörnchen oder Harnsäurekrystalle, welche man in ihren Be verwenden, um ihre bei jeder Häutung verloren gehenden Ot setzen. — Die schleimige Consistenz der Membrana tectoria,

Corti'sches Organ und Retina.

Es liegt nahe, diejenigen beiden Sinnesapparate, denen vorzugsweise die erführung regelmässig schwingender Bewegungen auf Nervenenden zugewiesen auch morphologisch zu vergleichen. Der Vergleich erscheint um so mehr gebo- als die unten angezogenen Arbeiten von Stricker, Schenk, Török u. A. ergeben en, dass genetisch keine principielle Differenz zwischen Labyrinthbläschen l primärer Augenblase besteht, indem beide von demselben Keimblatte, 1 Sinnesblatte, bei den Batrachiern wenigstens, abstammen. Für einen detail- en Vergleich mangelt freilich noch die genaue Kenntniss der Entwickelung, doch ibt auch das bereits Bekannte in Verbindung mit der Betrachtung der fertigen gane eine Parallele, die ich hier, wenn auch nur in kurzen Dimensionen, ziehen chte.

Dass Sklera und knöchernes Schneckengehäuse einander entsprechen, wird emand bezweifeln; ich erinnere dabei an die Knochenbildungen in der Vogel- lera, an den Knorpel in der Sklera der Batrachier etc. Die bindegewebige Wand s Ductus cochlearis ist der Chorioidea gleichzusetzen, wobei die Treppengänge . besonders stark entwickelte Perichoroidealräume, vgl. pag. 921, sich darstellen. ich die Lamina fusca der Sklera fehlt nicht, indem das Periost der Schnecken- and so wie der mittlere zarte Theil des äusseren Bindegewebskissens (e. Fig. 321 id 322) dieselben grossen verästelten Pigmentkörper führen wie jene. Das orpus ciliare wird evident durch die Stria vascularis repräsentirt, die ja bei den ögeln als Tegmentum vasculosum ganz dieselben Bildungen aufweist, wie wir sie den Processus ciliares vor uns haben.

Für die Weiterführung des Vergleiches müssen wir uns an die Thatsache alten, dass beim Auge eine Einstülpung der primären Augenblase stattfindet, so ass dieselbe die Form eines Bechers erhält, dessen Fuss gewissermaassen der pticus darstellt und dessen Wandungen, wie sich unmittelbar aus der That- che der Einstülpung ergibt, doppelt sein müssen (s. Kölliker ([62]) pag. 276). e beiden Lamellen der so entstandenen (vorn offenen) becherförmigen, secun- ren Augenblase biegen am Becherrande continuirlich in einander um, die äussere mnelle setzt sich in den Opticus fort; die innere bildet für sich allein den Becher- oden und entwickelt sich zur Retina, die äussere zum Tapetum nigrum. Eine lche Einstülpung vollzieht sich beim Ductus cochlearis nicht. Denkt man sich in auch bei der primären Augenblase diesen Einstülpungsvorgang etwa im Be- nne gehemmt, so würde sich diese wie eine von der Einstülpungsseite her abge- chte Blase darstellen, im Durchschnitte etwa wie die mit e_3 und e_4 Fig. 320 be- ichneten Durchschnitte des Ductus cochlearis. Die abgeflachte, bez. in der Ein- ülpung begriffene Seite (die tympanale in der Figur) würde zugleich diejenige in, welche sich zur Retina entwickelte; der Binnenraum zwischen Stäbchenlage id Pigmentepithel, welcher später bei der bis zur äussersten Möglichkeit fort- setzten Einstülpung wegfällt, bliebe bestehen; man würde eine Wand der pri- ären Augeblase (hier die tympanale, Fig. 320 e_3) haben, deren Zellen in den nnenraum hinein zu den besonderen Elementen der Retina sich entwickelten, ährend die übrigen Innenflächen der Blase mit dem kurzcylindrischen Pigment- ithel des Tapetum nigrum überkleidet wären, das aber continuirlich von allen iten in die Zellen des Retinapolsters, des optischen Endapparates, überginge. liegen nun die Verhältnisse thatsächlich beim Ductus cochlearis. Sein Binnen- um entspricht dem Binnenraume der primären Augenblase; statt der Einstülpung an einer Stelle die innerste Schicht seiner Wandung (d. h. die aus dem Sinnes-



und Corti'schem Organe nicht. Das Epithel führt hier wie i
Tapetum nigrum körniges Pigment, was beim Ductus cochlearis
ist; ja, beim Menschen liegen diese Pigmentkörner, wie erwähnt
mina reticularis. Für das Weitere verweise ich auf den Durchsch
Ich finde die Stäbchen- und Zapfenschicht, so wie die äussere Körn
schen Organe durch die Haarzellen vertreten; die Aussenglieder
sprechen den Cilien; der Protoplasmakörper der Haarzellen de
gliedern, Stäbchen- bez. Zapfenkörnern. Bei der Retina ist hier
eine reichlichere Gliederung eingetreten. Dabei dürften vielleicht
äusseren Haarzellen, die Zapfen den inneren Haarzellen morp
werthig sein; wenigstens deutet das Verhalten der Nerven darauf
rade so wie zu den Zapfen, zu den inneren Haarzellen relativ di
bündel treten, die äusseren Haarzellen dagegen gleich den Retinas
Einzelfibrillen erhalten. Ob auch physiologische Unterschiede zwis
und äusseren Haarzellen bestehen, wie sie Max Schultze uns fü
Stäbchen kennen gelehrt hat, darf wohl vermuthet werden. Die
bildung der Lamina reticularis wäre ohne Homologie in der Netz
nicht die Limitans externa damit vergleichen wollen, wogegen zu
hebliche Einwände erhoben werden könnten.

Die Spiralfaserzüge (c. Fig. 335 A.) des Corti'schen Organes si
körnerschicht, die acustische Körnerschicht (*d*) offenbar der inner
der Retina zu parallelisiren; wenigstens stimmt das ganze mikrosko
der beiden Strata am meisten überein. Die Ganglienzellenschic
spirale vertreten, liegt beim Ductus cochlearis weit ab; daher
strenge Homologie mit der Molekularschicht der Retina, für welch
das feine netzförmige Bindegewebe, welches die Acusticusfasern v
zum Eintritte in die Foramina nervina umgibt, in Anspruch nehme

Für den ganzen Vergleich ist noch der Umstand in Erwägu
dass die Elemente der Retina zum grössten Theile senkrecht auf ein
Corti'schen Organes dagegen, wenigstens was die Gruppe der äuss
betrifft, neben einander geschichtet sind, ähnlich wie bei der Re
Flecke. Eine der Linse und dem Glaskörper entsprechende For
Ductus cochlearis nicht gesucht werden. Ich bin mir wohl bewuss
kommen der versuchte Vergleich zur Stunde noch bleiben muss;
denselben schon deswegen hier skizziren wollen, weil wir von fo
dien in dieser Richtung — wenngleich morphologische und physiolo

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass Deiters (13), Löwenberg (37—39) Henle (26) die Membrana tectoria an die Aussenwand des Ductus cochlearis zwar in der Gegend des Lig. spirale accessorium sich festheften lassen. Gott- und ich haben an vielen grösstentheils gut gelungenen, auch von Leim- araten gefertigten Schneckendurchschnitten niemals etwas davon gesehen; nso wenig Kölliker (30), Middendorp (40) und Rosenberg (49). Die Abbildungen Löwenberg und Henle stimmen auch nicht recht zusammen; der Löwen- g'sche vierte Schneckencanal (canal que j'ai découvert Löwenberg), Henle's obere mmer, müssen daher wol aufgegeben werden. Die detaillirteste Beschreibung Crista spiralis geben Deiters (13) und Henle (26). Ersterer stellt die kleinen thelzellen derselben zum Bindegewebe. Hensen (27), dem Kölliker (30) und dendorp (40) beizustimmen geneigt sind, fasst die von mir als osteoide Substanz leutete Grundsubstanz der Crista als eine epitheliale Ausscheidung auf. Den Zu- omenhang der Warzen der Crista mit den Zähnen hat zuerst Henle (26) demon- irt; auch wies er tuberkelförmige Verdickungen an der tympanalen Fläche der mbrana basilaris nach. — Von den zwei Formen der Lamina reticularis, lche Henle (26) beschreibt, kann ich nur die zweite als die natürliche aner- nnen; die erstere entsteht in Folge von Zerrungen aus dieser. Ganz frische Prä- rate lassen die Lamina ret. immer am besten sehen.

Auch von den inneren Pfeilern hat Henle (26) zwei verschiedene Formen schrieben, bezüglich derer ich mich dem negirenden Urtheile Middendorp's (40) schliessen muss. Letzterer lässt, wie Deiters (13), die Pfeiler hohl sein; wirk- che Querschnitte, die ich an Gottstein's und meinen Präparaten häufig genug zu esichte bekommen habe, erweisen dieselben als vollkommen solide, dichten aserbündeln gleichende Bildungen. Gegenüber der aufs Neue wiederholten Be- auptung Kölliker's (30), dass die äusseren Pfeiler Varicositäten bilden, kann ich ur versichern, dass ich dergleichen unter keinen Umständen habe sehen können; ibrigens ist diese Sache gegenwärtig ohne allen Belang.

An dem unteren Ende der inneren Haarzellen beschreibt Löwenberg (39) ortsätze, welche sich verästeln und mit den Fortsätzen der Kornzellen in Verbin- lung treten sollen, was mir zu sehen nicht gelungen ist.

Die genaueste Beschreibung der äusseren Haarzellen lieferte Deiters (13). Alle späteren Bearbeiter der Säugethierschnecke sind mit diesem difficilen Objecte augenscheinlich hinter jenem ausgezeichneten Forscher zurückgeblieben. Die Gott- stein'sche hier acceptirte Auffassung der äusseren Haarzellen weicht von der Dei- ters'schen insofern ab, als letzterer zwei vollkommen gesonderte Zellenformen, die nur durch dünne Fortsätze mit einander verbunden seien, in der äusseren Ab- dachung des Corti'schen Organes annimmt. Die eine haartragende (Stäbchenzelle Deiters) gehe direct in den Basilarfortsatz (Verbindungsstiel Deiters) über und stecke oben in den Ringen der Lamina reticularis fest. Zwischen den Stäbchen- zellen befänden sich dann ganz selbständige spindelförmige Zellen [Haarzellen Deiters, Deiters'sche Zellen Kölliker (30)], deren oberer Fortsatz in eine Phalange, der untere in den Verbindungsstiel einer Stäbchenzelle übergehe. Ich kann mit Gottstein die spindelförmigen Deiters'schen Zellen als von den Haarzellen voll- ständig gesonderte Gebilde nicht anerkennen; namentlich sind die halbschema- tischen Darstellungen in den Lehrbüchern von Kölliker und Frey (Fig. 512 bez. 571) keineswegs geeignet, eine richtige Vorstellung von dem wahren Sachverhalte zu geben. Immer fand ich je zwei kegelförmige Zellen zu einem Doppelkörper verbunden. Die sog. Deiters'schen Zellen der Autoren können morphologisch mit den Hasse'schen Zahnzellen der Vögel verglichen werden (vgl. l. c. (21) Taf. 27 Fig. 8), sind aber hier in eigenthümlicher Weise mit den Haarzellen verschmolzen.



obachter nach den Entdeckungen von KÖLLIKER (...) und MAX
Nervenfasern durch Löcher der Membrana basilaris in den Duct
treten und dort entweder ausschliesslich in radialer Richtung
BÖTTCHER*), MIDDENDORP (40), oder in radialer und spiraler Richtung
KÖLLIKER (30), DEITERS (13), HENSEN (27), LÖWENBERG (39), weiter
Existenz der radialen Nervenfasern sind also alle Beobachter
man nur sehr wenige positive, durch Abbildungen beglaubigte A
Endigungen — und nur diese können hier berücksichtiget wer
möglich ist, auf alle ausgesprochenen, durch keine Belege
muthungen einzugehen — von BÖTTCHER, ROSENBERG, MIDDENDO
v. WINIWARTER (57). Es sind das, abgesehen von den interessant
in der Schnecke der Vögel und Frösche (s. pag. 951) die einzige
tiven Angaben über die radialen Nervenenden in der Schnecke
CHER wiederholt seine 1859 ausgesprochene Ansicht, dass die N
Durchtritte durch die Habenula perforata theils in die auf der inne
liegenden Zellen übergehen, theils unter den Bogen treten und h
den CORTI'schen Zellenreihen verlaufen. In wie weit hier eine best
weise angegeben ist, geht leider aus dem wörtlich angezogenen
allein zur Benutzung stand, nicht hervor; es wird darüber die v
sprochene ausführliche Arbeit abzuwarten sein.

E. ROSENBERG beschreibt nur die Endigung an den äusseren
diese im Ganzen richtig, und ist er wohl der erste, welcher eine
Verhaltens gegeben hat. Freilich vergisst er dabei zu sagen,
dung zum guten Theile schematisch ist; ich kann wenigstens eini
Existenz eines Präparates, welches einer Figur 3 Taf. II bei ROSE
nicht unterdrücken. Wer mit den Haarzellen, den Zellen im Sulcu
und den CORTI'schen Bögen einigermaassen vertraut ist, wird mir d
zugeben. MIDDENDORP dagegen kennt nur die inneren Radiärfasern
den Zellen der acustischen Körnerschichte in Verbindung treten un
den inneren Haarzellen frei enden lässt. v. WINIWARTER sah eb
BERG und GOTTSTEIN*) die vorhin von den äusseren Radiärfasern be
gung an den äusseren Haarzellen; über das Verhalten der Nerven
Haarzellen finden sich in seiner vorläufigen Mittheilung keine Anga

MAX SCHULTZE (50) ist der Entdecker der spiralen Fas
Schnecke, die bald von DEITERS (13), KÖLLIKER (30), HENSEN (27) und

zellen. Deiters (13), Löwenberg (39) und Kölliker (30) beschreiben ausser den ...ir bestätigten Zügen auch noch Spiralfasern innerhalb des Corti'schen Bogens ..., nach den Angaben von Max Schultze (50) sollen sich daselbst spirale Fibrillen ...len).

...Unstreitig sind diese spiralen Fibrillenbündel noch der am wenigsten klare ... in der Anatomie der Schnecke. Sie müssen meiner Meinung nach im Zu...nenhange mit jener kleinen Schicht grosskerniger zarter Zellen im Sulcus spi...int. betrachtet werden, die ich mit der inneren Körnerschichte der Retina ...llelisirt habe, und für welche ich den Namen der acustischen Körnerschicht ...ehle, s. Fig. 335 *A*. Für diese Schicht, so wie für die spiralen Fasern sind dieselben differenten Auffassungen zulässig, wie sie zur Zeit für die innere ...nerschicht der Retina, bez. die Körnerschicht der Kleinhirnrinde (vgl. meine ...eit in Zeitschrift für rat. Med. 1863. Band XX.) noch bestehen. So haben auch ...ler That Max Schultze (50), Deiters (13) (zum Theil) und Middendorp (40) sie ... den Nervenfädchen als kleine (bipolare) Ganglienzellen in Verbindung gebracht, ...rend wieder Deiters (13) für die grösste Zahl derselben, dann Rosenberg (49) ...l Hasse (21) für alle diese Gebilde die nervöse Natur läugnete. Bemerkenswerth ...die Angabe Rosenberg's (49), dass ihre Zahl bei jungen Thieren grösser ist, was ...ttstein bei jungen Hunden bestätigen konnte. Dasselbe fand Hasse (21) bei ...geln; Letzterer (24) pag. 409 läugnet alle Beziehungen der zwischen den Haar...len und unterhalb derselben gelegenen Gebilde zu den Nervenfasern.

Was meine Ansicht über die in Rede stehenden Zellen und Fasern betrifft, ... machen die Erfahrungen, welche ich mit Bestimmtheit über die Nervenenden ...wonnen habe, eine nervöse Natur sowohl der Kornzellen als auch der spiralen ...sern nicht sehr wahrscheinlich; man müsste denn eine doppelte Endigung der ...erven annehmen wollen. Auch spricht der Unterschied der wohl constatirten ...dialen Nervenfasern von den spiralen Faserzügen, s. pag. 946, dagegen. Es ...iebe uns somit nur übrig, diese Fasern und Zellen als eine zarte **Neuroglia** auf...zufassen und sie mit den nicht nervösen Elementen der inneren Körnerschicht und ...wischenkörnerschicht der Retina zu vergleichen. Doch können hier nur weitere ...orgfältige Prüfungen, namentlich auf embryologische Forschungen basirt, zum ...ntscheide führen.

Die ältere **Literatur der Schnecke** findet sich in ziemlicher Vollständigkeit ...bei Hildebrandt-Weber, 4. Aufl. Bd. IV, pag. 7: ausserdem möge man die Schrift ...von Deiters (13) vergleichen. — Abgesehen von einzelnen Funden Huschke's (28) ...datirt die Histologie der Schnecke erst von den Untersuchungen Corti's (10) (Pfeiler, ...äussere Haarzellen, Ganglion spirale, Stria vascularis, Corti'sche Membran etc). Sehr werthvolle Beiträge, die ein richtiges morphologisches Verständniss der Schnecke erst möglich machten, lieferten Reissner (46) (Membrana Reissneri, Ductus cochlearis), Hensen (27) (Canalis reuniens, blinder Anfang und Ende des Ductus cochlearis, Zellanhäufung im Sulcus spiralis int. und viele Einzelheiten) und Kölliker (30—34) embryologische Untersuchungen, Entwickelung des Corti'schen Organes aus epithelialen Zellen, Lamina reticularis, die er gleichzeitig mit Max Schultze entdeckte, secundäre Bildung der Treppen, Durchtritt der Nerven durch die Löcher der Habenula perforata). Wichtige Angaben brachten uns ferner Max Schultze (50) (spirale Fasern, Kornzellenlager, basilare Fortsätze der äusseren Haarzellen, Fortsetzung der Acusticusfasern als marklose Primitivfibrillen bis in das Corti'sche Organ etc.) und Deiters (12—15) (innere Haarzellen, erste genaue Darstellung der äusseren Haarzellen und der Lam. reticularis, so wie eine Menge Detailangaben über fast alle Theile der Schnecke, deren Genauigkeit jedes gute Präparat erweist). Die Darstellung von Deiters ist entschieden die für alle neueren Erforschungen der



Schnecke maassgebende geworden. **Andere werthvolle Einzelhei**
REICHERT (15 Vorhofsblindsack, treffliche morphologische Schild
und namentlich des Ductus cochlearis), BÖTTCHER (1—4), (Ung
der inneren und äusseren Pfeiler, die er ausserdem genauer l
förmiger Verlauf derselben; beides gleichzeitig mit CLAUDIUS). A
im Sulcus spiralis, so wie die inneren Haarzellen scheint BÖTTC
zu haben, obgleich er keine genauere Beschreibung gibt. CLAU
dem die ersten histologischen Angaben über die Vogelschnecke.
Angaben von HENLE (26), MIDDENDORP (40), LÖWENBERG (39), KÖLLI
BERG (49) bitte ich den Text zu vergleichen.

Die comparative Histologie der Schnecke beruht, abgesehe
zelten Angaben LEYDIG'S (36), in denen sich wohl die erste N
kommen von Haarzellen findet, vorzugsweise und bis jetzt
gründlichen Arbeiten von DEITERS (14—15) und HASSE (18—25),
älteren descriptiven Angaben von WINDISCHMANN und Anderen we
Auch sind hier die vergleichend anatomischen Untersuchungen v
CLAUDIUS (7—9), die viel Interessantes bieten, zu erwähnen.

Für die Entwickelungsgeschichte der Schnecke mache i
Nr. 58—65 angeführten Arbeiten des Literaturverzeichnisses a
die Mittheilungen von HUSCHKE (28), REISSNER (46—47), KÖLLIKE
HASSE (21), BÖTTCHER (4), ROSENBERG (49) und MIDDENDORP (40) anz
zelnes ist im Texte gegeben; eine zusammenhängende Darstellu
entwickelung dürfte zur Zeit wol noch kaum möglich sein.

Untersuchungsmethoden. Ich habe nicht nöthig,
noch besonders die frische Untersuchung in humor aqueus zu e
gute, ja, wegen der etwas schärferen Contouren noch brauch
die Ueberosmiumsäure, die ich für die Schnecke geradezu für e
klären muss wie für die Retina. Man kann sich derselben in Co
$^1/_{10}$—1 pc. bedienen. Erstere empfiehlt sich für frische Zerz
letztere für Erhärtungspräparate. Auch $^1/_4$—$^1/_2$ pc. Kochsalz
frische Zerzupfungspräparate gute Dienste. Die Pfeiler isoliren s
in 0,05 pc. Chromsäure; auch halten sich darin die Haarzellen
in der von COHNHEIM für die Cornea verwendeten Lösung, so wie
1 pc. Lösung, letzteres namentlich für die spiralen Fasern, sin
verwenden. Für die Herstellung guter Schnitte empfehle ich folg
Man entferne bei grösseren Schnecken so viel Knochensubstanz
einer recht kräftigen schneidenden Zange, und eröffne das G
bis drei kleinen Stellen: kleinere Schnecken werden unverseh
Schnecken kommen dann auf 24 Stunden in ein verhältnissmässig
Chlorpalladium 0,001 pc. oder Ueberosmiumsäure von 0,2 pc. (kle
oder 0,5—1 pc. (grössere). Dann behandelt man die Präparate
absolutem Alkohol oder bringt sie auch sofort in die Entkalkung
beste Entkalkungsflüssigkeit ist Chlorpalladium (0,001 pc.) mit 1/

dieses Handbuch pag. 1 »Allgemeine Methodik« von Stricker, und Klebs ür mikroskop. Anatomie. Bd. V, 1869. pag. 164. Ich gebe dem Leimnbedingt den Vorzug; doch halte ich das Ausfüllen bei dem von mir n Verfahren für vollständig überflüssig, höchstens zur Erhaltung der orti'schen Membran mit Nutzen verwendbar. Meine besten Präparate, i die Zeichnungen gefertigt sind, wurden von nicht gefüllten Schnecken i. Man muss nur für scharfe Messer sorgen.

Zahlenangaben.

nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Maasse für den Menschen estellt. Ich habe absichtlich überall runde Zahlen gewählt, da die Talen Zweck haben soll, übersichtliche Daten zu gewähren. Zur Verind einige Maasse vom Hunde und von Vesperugo beigefügt. Den Zahlen ge der Pfeiler und Haarzellen ist eine Länge der Lamina spiralis von Grunde gelegt. Alle Maasse beziehen sich, mit Ausnahme von Nr. 2, illimeter.

hnung	Beobachter	Mensch	Hund	Vesperugo	Bemerkungen
niens Lange .	Hensen	700	-	—	
Durchmesser	,,	220	—	—	Engste Stelle.
Wandungs- dicke	,,	15			
alis membra- allänge bei 2 en Menschen	Waldeyer	28 bez. 31 Mm.			In der Gegend des Corti'schen Organes gemessen.
alearis, Breite ne der Crista zum Lig. spi- Vindung . . .	,,	800	700	360 –400	
'indung . . .	,,	700	,,	350	
learis, grösste Windung . .	,,	500	400--450	400	
Windung . .	,,	,,	350	260	
eissner'schen 1ste Windung	,,	900			
2te Windung	,,	700			
Crista spiralis ndung . . .	,,	300	450	140--150	
ndung . . .	,,	200 250			
ehörzähne .	Henle	30			
,, .	,,	12			
alis internus, ne	Waldeyer	60—70	60—70	100 120	
zwischen den der Corti- r	,,	66--70	80 –90	40	An erhärteten Schnittpräparaten gemessen; 1ste—2te Windung
Bogens im	,,	12	40	21—24	

Bezeichnung.	Beobachter	Mensch	Hund	Vesperugo	[illegible]
11) Länge der inneren Pfeiler, gemessen an der Rückenfläche derselben vom Fusspuncte bis zur Firste des Bogens	Waldeyer	50	60—70	45	An erhärt[illegible] schnitt[illegible] gemessen [illegible] hans[illegible] diesen [illegible] vollkom[illegible]
12) Länge der äusseren Pfeiler in derselben Weise genommen	,,	60—66	90	50	,, ,,
13) Dicke der Pfeilerkörper innere	,,	4,5	,,	,,	
äussere	,,	3	,,	,,	
14) Zellkörper der inneren Haarzellen, Länge	,,	18	,,	,,	Vom [illegible] Kinde. [illegible] ist etwas [illegible] mativ, [illegible] stimmung [illegible] fangsstel[illegible] satzes [illegible] ist.
Breite	,,	6—9	,,	,,	
15) Aeussere Haarzellen, Totallänge mit Basilarfortsatz	,,	48	,,	45	Ueber [illegible] der Läng[illegible] auf den F[illegible]
Breite	,,	6—7	,,	6—7,5	
16) Länge der Cilien	,,	4	,,	,,	
17) Phalangen, mittl. Länge	,,	15	,,	,,	
18) Ringe, mittlerer Durchmesser	,,	6	,,	,,	
19) Epithel der Reissner'schen Membran, Dicke .	,,	9	,,	,,	
20) Dicke des Epithels im Sulcus spiralis ext. . . .	,,	15	,,	,,	
21. Grösste (radiale) Breite der Membrana tectoria .	,,	200—230	,,	,,	
Grösste Dicke	,,	50	,,	,,	
22) Kerne der Kornzellen .	,,	3,5—4,5	,,	,,	
23) Ganglienzellen vom Ganglion spirale	Kölliker	24—35	,,	,,	
24) Zahl der Foramina nervina	Waldeyer	3000	,,	,,	In der ers[illegible] dung kom[illegible] auf 1 Mm. [illegible] mulus etw[illegible]
25) Zahl d. inneren Pfeiler	,,	6000	,,	,,	
26) ,, ,, äusseren Pfeiler	,,	4500	,,	,,	
27) ,, ,, inneren Haarzellen	,,	3300	,,	,,	
28) ,, ,, äusseren Haarzellen	,,	18000	,,	,,	In jeder Rei[illegible] so viel wie [illegible] Pfeiler.

Neuere Literatur.

ITCHER, Observationes microscopicae de ratione qua nervus cochleae mammalium minatur. Dorpati Liv., 1856. Dissert.

—, Weitere Beiträge zur Anatomie der Schnecke. VIRCHOW's Arch. für patholog. at. Bd. 17. 1859. p. 243.

—, Ueber den aquaeductus vestibuli bei Katzen und Menschen. REICHERT's und Du-s REYMOND's Archiv. 1869. p. 372. (BÖTTCHER weist in dieser Mittheilung auf eine össere Arbeit über die Schnecke hin, welche im 35. Bande der Abhandlungen der iserl. Leopoldino-Carol. Akademie erscheinen soll.)

—, Bau und Entwickelung der Schnecke. Petersburger medic. Zeitschr. Bd. XIV. 60. (Dem Verf. nur aus dem. Referate von SCHWEIGGER-SEIDEL im Jahresberichte von ICHOW und HIRSCH, Berlin 1869. p. 40. bekannt geworden).

ESCHET, Recherches sur l'organe de l'ouïe dans l'homme et les animaux vertébrés. ris 1840. 2 ième édit.

AUDIUS, M., Bemerkungen über den Bau der häutigen Spiralleiste der Schnecke. SIEBOLD's und KÖLLIKER's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 7. 1856. p. 154.

—, Physiologische Bemerkungen über das Gehörorgan der Cetaceen und das Laby-th der Säugethiere. Kiel 1858. 8.

—, Das Gehörlabyrinth von Dinotherium giganteum nebst Bemerkungen über den erth der Labyrinthformen für die Systematik der Säugethiere. Cassel 1864. 4.

—, Das Gehörorgan von Rhytina Stelleri. Mémoires de l'Acad. impér. des scienc. St. Pétersbourg. VII. Sér. T. XI. Nro. 5. St. Pétersbourg 1867.

RTI, A., Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères. Première partie. Li-;on. v. SIEBOLD's und KÖLLIKER's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 4. 1851. 109.

ERMAK, Verästelungen der Primitivfasern des N. acusticus. Ibid. Bd. 2. 1850. p. 105.

ITERS, Beiträge zur Kenntniss der Lamina spiralis membranacea der Schnecke. d. Bd. X. 1860. p. 1.

—, Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea etc. Bonn 1860. 8.

—, Untersuchungen über die Schnecke der Vögel. REICHERT's und DU BOIS-REYMOND's chiv 1860. p. 409.

—, Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Ibid. 1862. p. 277.

—, Untersuchungen über das Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von MAX IULTZE. Braunschweig 1865. gr. 8. (N. acusticus.)

RLESS, Artikel »Hören« in R. WAGNER's Handwörterbuche der Physiologie. Bd. IV. 53. p. 311.

SSE, De cochlea avium. Dissert. inaug. Kiliae 1866. 4.

—, Die Endigungsweise des N. acusticus im Gehörorgane der Vögel. Göttinger chrichten 1867. Nro. 11.

—, Die Schnecke der Vögel. von SIEBOLD's und KÖLLIKER's Zeitschrift für wissensch. ologie. Bd. 17. 1867. p. 56.

—, Beiträge zur Entwickelung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Ibid. p. 381.

—, Nachträge zur Anatomie der Vogelschnecke. Ibid. p. 461.

—, Zur Histologie des Bogenapparates und des Steinsackes der Frösche. Ibid. Bd. 18. 8. p. 72.

—, Das Gehörorgan der Frösche. Ibid. p. 359.



25) Hasse, Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische. Verhan... medic. Gesellsch. in Würzburg. Neue Folge. Bd. I. Hft. 2. 186...
26) Henle, Eingeweidelehre. Braunschweig 1866. p. 762 ff.
27) Hensen. Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der ...bold's- und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 13. 1...
28) Huschke: Froriep's Notizen. 1832. — Isis, 1833. — Sömmerr... weidelehre.
29) Hyrtl, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säug...
30) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 5te Auflage. Leipzig 1867...
31) ——, Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Leipzig 1854. p. 743.
32) ——. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. I. 1849. p. 55. Mus...
33) ——, Ueber die letzten Endigungen des N. cochleae. Gratulati... mann. Würzburg 1854.
34) ——, Der embryonale Schneckenkanal und seine Beziehung zu ...tigen Cochlea. Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. II. 186...
35) Lang. G., Ueber das Gehörorgan der Cyprinoiden. v. Siebold's und... für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 13. 1863.
36) Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a/M. 1857. p. 262.
37) Löwenberg, Études sur les membranes et les canaux du limaçon. ... Nro. 42. p. 694.
38) ——, Beiträge zur Anatomie der Schnecke. Arch. f. Ohrenheilk. ...
39) ——, La lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des ... Baillière 1867. 8. et: Journal de l'anatomie et de la physiologie p... et 1868. p. 626. Nro. 37—39 sind zusammengehörige Arbeiten.
40) Middendorp, Het vliezig slakkenhuis in zijne woerding en in den ont... Groeningen. 1867. 4. 3 Taff. — Dasselbe im Auszuge: Monatssc... von Gruber, Voltolini, Rüdinger und Weber. 1868. Nro. 11 und 1...
41) Pappenheim. Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes. Breslau ...
42) Reichert, Bulletin de la classe mathémat. de l'acad. des scienc. ... T. X. Nr. 222. 1851.
43) ——, Jahresbericht über die Fortschritte der mikroskopischen Ana... J. Müller's Archiv. 1856. p. 85.
44) ——, Monatsberichte der Berliner Akademie. 1864. p. 479.
45) ——, Beitrag zur feinern Anatomie der Gehörschnecke des Mensc... thiere. Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin ...zuge in der Monatsschrift für Ohrenheilkunde von Voltolini etc. 1...
46) Reissner, E., De auris internae formatione. Dissert. inaug. Do... Commission bei Reyher in Mitau).
47) ——, Zur Kenntniss der Schnecke im Gehörorgane der Säugethiere ... J. Müller's, Archiv für Anatomie etc. 1854. p. 420.
48) ——, Ueber die Schwimmblase und den Gehörapparat der Silu... p. 421.
49) Rosenberg, E., Untersuchungen über die Entwickelung des Can... Säugethiere. Dissert. inaug. Dorpat 1868. 4. 2 Taff.
50) Schultze, Max, Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Lab... Archiv für Anatomie. 1858. p. 343.

VARTER, Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissensch. Mathem. natw. Nro. XIII. 1870, p. 107. (Vorläufige Mittheilung).
die Entwicklung der Schnecke sind noch zu vergleichen:
IEKE, Recherches sur le développement du Pélobate brun. Mém. de l'acad. des scienc. des lettres et des beaux arts. T. XXXIV. 1868. (Separatabdruck.)
The development of the Retina and the Labyrinth. Lond. Philos. Transact. . I.
, Beobachtungen über die Entwickelung des Gehörorgans bei Menschen und Säugethieren. Leipzig 1842. Engelmann. 8.
Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin 1855. Fol.
, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig

MOLESCHOTT's Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. 9.
, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 10.
MOLESCHOTT's Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. X.

Nachträge.

IN, J., Beiträge zum feineren Bau der Gehörschnecke. Centralblatt für die ischen Wissenschaften. 1870. Nro. 40, 10. September. (Vorläuf. Mittheilung.)
R, A., Einige Bemerkungen zu den neuesten Entdeckungen in der Gehör-e. (Fliegendes Blatt, Dorpat, 6. November 1870. — BÖTTCHER gibt an, dass sten der von GOTTSTEIN (66) kurz veröffentlichten Thatsachen in seiner bereits im ber 1868 der Leopoldinischen Akademie eingereichten, bis jetzt noch nicht er-nen Abhandlung (s. Nro. 3) niedergelegt seien. — Verfasser bedauert angesichts rfreulichen Uebereinstimmung zweier vollkommen selbständiger Arbeiten, die R'sche Abhandlung für den vorliegenden Aufsatz, der nicht verzögert werden nicht haben benutzen zu können, zumal dieselbe besondere Rücksicht auf die kelung der Schnecke nimmt. Wenigstens geht das Letztere aus einem mir so urch die Freundlichkeit BÖTTCHER's zukommenden Berichte: »Mélanges biolo-irés du Bulletin de l'Acad. impér. des Sc. de St. Pétersbourg, T. VII, 23. April ervor, in welchem ein kurzes Referat KÖLLIKER's über das BÖTTCHER'sche Manu-bgedruckt ist.

— — · —



Capitel XXXV.

Das Geruchsorgan

Von

Professor Babuchin.

Im Geruchsorgan haben wir drei Bestandtheile zu unte
geruchspercipirenden Apparat, b) den leitenden Apparat u
Vorrichtung, zu welcher die Geruchsempfindungen durch de
geführt werden.

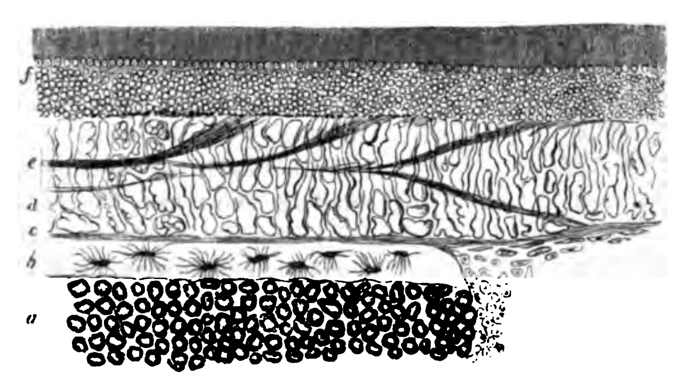
Der erste, theilweise aber auch der zweite Apparat sin
haut eingebettet, welche bei den höheren Thieren die ober
Parthie der Nasenhöhle bekleidet, bei einigen niedern Wir
Amphibien) eine Art von Erhebungen an dieser oder jener
gestalteten Nasenganges überzieht, bei andern (Fische) ma
regelmässige, sich vom Boden der Riechgruben erheben
zwischen welchen oder an welchen sich die geruchspercip
befinden. Wir können jedoch nicht auf eine ausführliche E
Einzelheiten der äussern Modificationen des Geruchorgans
eingehen; dies gehört vielmehr in das Gebiet der vergleich
Unsere Hauptaufgabe besteht darin, die physiologisch wirk
dieses Organs und ihre gegenseitigen Verhältnisse zu ermittel

Die Schleimhaut, welche die geruchspercipirenden E
bietet Eigenschaften dar, wodurch sie sich auch mit unbewaf

ıden werden soll, wo die Geruchsnerven sich verzweigen und endigen.
man aber die Eigenthümlichkeit dieser Stelle durch Merkmale kennen, die auf alle Wirbelthiere passten, so hätte man nicht so sehr auf die als vielmehr darauf zu sehen, dass dieselbe dicker, weicher und so zu saftiger als die übrige Nasenschleimhaut sich ausnimmt, und zwar bei ıiedenen Thieren in verschiedenem Grade. Indem diese Stelle zum Beibei den Vögeln ziemlich resistent ist und für das unbewaffnete Auge etwas Besonderes darbietet, erscheint sie bei Plagiostomen als ob ihre fläche aus dicklichem Schleim zusammengesetzt wäre.

Die Arbeiten von Todd-Bowmann[1], Eckhardt[2], Ecker[3] und Andern n zwar viel zur Kenntniss des Baues der Riechgegend beigetragen, jedoch seit den eingehenden Untersuchungen von Max Schultze[4] haben unsere tnisse darüber festen Boden gewonnen, und die zukünftigen Arbeiten en nur vielleicht die einzelnen Details betreffen, aber nicht die wesentn von Max Schultze entdeckten Thatsachen erschüttern, wie das von ;en versucht worden ist.

Der Begriff über die gröberen Verhältnisse der Riechgegend ergibt sich ıesten aus feinen senkrechten Schnitten durch die ganze Dicke der be'nden Schleimhaut. Diese erhält man am leichtesten, wie ich gefunden, ;der sammt dem zugehörenden Knochen in einer Lösung von Chlorgold



337. Das Septum nasi des Meerschweinchens in senkrechtem Durchschnitt (Goldıdlpräparat). a Knochenmark, b Knochensubstanz, c Periost, d Drüsenschicht (zur seren Uebersicht nicht ausgefüllt), e Zweige des Riechnerven, f Epithelialschicht

rteten Schleimhaut. Dabei behalten die verschiedenen Bestandtheile der-n ihre normale Lage und grenzen sich gegenseitig scharf ab. An feinen ıitten einer auf angegebene Weise präparirten Nasenscheidewand des

1) Physiological Anatomy. Bd. II.
2) Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Heft I. 1855.
3) Bericht über die Verhandl. z. Bef. d. Naturwissensch. zu Freiberg 1855. No. 12. 'hr. für wissensch. Zoologie. Bd. VIII, 1856.
4) Untersuchungen über die Nasenschleimhaut. 1862.

M[illegible]thens finden wir, dass der knöcherne Theil der Schleim[haut] von einem Periost bekleidet ist, auf welches unmittelbar eine mächtige Sc[hicht] zahlreicher und dichtgedrängter Drüsen folgt (Fig. 337). Diese von [illegible] Bowmann'schen genannten Drüsen stellen in die Länge gezogene Sch[läuche] dar, welche je nach der Thierart bald einfach gestaltet, mehr flasch[en-] schlauchförmig sich ausnehmen, bald aber vielgestaltig und durch Aus[buch]tungen und verschiedene Verbiegungen ihres blinden Endes ausgezeichnet. Desswegen gelingt es nur selten, an senkrechten Schnitten der Schleim[haut] von den höheren Thieren, wie es auch aus den beigelegten Holzschnitten ersehen ist, einzelne Drüsen ihrer ganzen Länge nach zu verfolgen; wir [haben] hier in verschiedener Höhe meist nur Durchschnitte einzelner Theile ders[elben]. Bei niederen Thieren erreicht man schon bessere Resultate. Im Innern [ent]halten die Drüsen ein Epithel, welches an ihrem Grunde aus grossen, [kör]nigen, beinahe runden, bei einigen Thieren gelbes oder bräunliches Pig[ment] enthaltenden Zellen besteht. Unter dem Einfluss des Goldchlorids [nehmen] diese eine tief schwarze Farbe an. Gegen ihren Ausführungsgang bekommt [das] Epithel mehr eine polygonale Form und wird weniger körnig; die Ausführ[ungs]gänge gelangen endlich zwischen den Elementen der nächstfolgenden [[illegible]] Schicht an die Oberfläche (Fig. 338). Zuweilen trifft man an der Mün[dung] derselben eine trichterförmige Vertie[fung] der Schleimhaut. Bei niederen Th[ieren, beim] Frosch kann man sich sehr leicht [über]zeugen, wie der Ausführungsgang [seiner] Länge nach bis zu seinem Ende [an der] Oberfläche der Schleimhaut mit kl[einen] Zellen bekleidet ist. Unmittelbar [an der] Mündung findet man hier auch sch[on] der Länge des Ausführungsganges [ent]sprechend ausgezogene Epithelzellen.



Fig. 338. Durchschnitt der Riechschleimhaut des Frosches. *a* Bromann'sche Drüse, *b* Mündung derselben, *c* Bündelchen von den Nervenfibrillen, welche zwischen Epithelzellen verlaufen.

An der Uebergangsstelle der R[iech]gegend in die gewöhnliche Schlei[mhaut] werden die Drüsen immer seltener [und] verschwinden schliesslich vollständig, [um] den gewöhnlichen Schleimdrüsen Pla[tz zu] machen. Nach Kölliker trifft man [beim] Menschen selbst in der Riechgegend statt der eben beschriebenen, die gew[öhn]lichen Schleimdrüsen an, doch äussert sich M. Schultze dahin, dass jene [beim] Menschen eigentlich die Uebergangsform darstellen und an die Meibom's[chen] Drüsen erinnern.[1]

[1] Später hat auch M. Schultze in der Riechgegend des Menschen traubenfö[rmige] Schleimdrüsen beobachtet. Centralbl. für med. Wissensch. 1864. No. 25.

: Bei Fischen fehlen die Drüsen ganz und sind durch Schleimzellen ersetzt. Zwischen den Drüsen lagert sich gewöhnliches Bindegewebe ein, welches -en den Knochen zu in Periost übergeht, nach aussen aber an die nächste thelialschicht grenzt. Eine besondere Basementmembran, welche Hofmann ;chreibt, konnte ich hier nicht finden. Diese Membran ist nur der Ausdruck • Bindegewebsgrenze gegen das Epithel. Wie hier so auch in den tieferen ichten des Bindegewebes befinden sich viele spindelförmige und mit verelten Fortsätzen versehene Zellen, welche vorzüglich bei niederen Thieren ch schwarzes Pigment enthalten können. M. Schultze hat auch bei höheren ieren die Pigmentzellen nebst den frei liegenden Pigmentklümpchen beachtet. In dem Bindegewebe eingebettet findet man endlich Gefässe und rzweigungen der Riechnerven, welche ganz besonders deutlich an Goldloridpräparaten hervortreten.

Die äussere Schicht der Riechschleimhaut besteht aus Epithel. An Goldloridpräparaten, wie es auf Fig. 337 abgebildet ist, unterscheidet man ei dieser Schicht zwei Lagen: eine äussere fein quergestreifte und eine nnere körnige. Früher nahm man an, es wäre dies ein mehrschichtiges pithel. Theilweise haben Eckhardt und Ecker auf die richtigen Verhältnisse ingewiesen, aber vor Allem waren es die schönen Untersuchungen von M. chultze, welche uns über den Bau dieser Epithelschicht vollkommen aufeklärt haben. Aus denselben geht hervor, dass bei allen Wirbelthieren der pitheliale Theil des Geruchsorgans nach einem und demselben Typus gebaut st, so dass die Beschreibung der Structur dieses Theiles bei irgend einem 'hiere ausreicht, um vollständig richtige Vorstellungen darüber zu bekommen. Vir wählen dazu ein Thier, dessen Epithelzellen gross und leicht zu isoliren ind, wie beim Proteus, bei welchem die histologischen Elemente eine wirkich riesige Grösse erlangen und noch sehr wenig untersucht sind. Wenn wir las Riechorgan eines Proteus in toto zuerst auf einen Tag lang in Müller'sche lüssigkeit, dann einen Tag lang in destillirtes Wasser legen und endlich ein Stückchen der Riechgegend zerzupfen, so sieht man deutlich wie die Epithelchicht in einzelne Zellengruppen zerfällt (Fig. 339). In diesen Gruppen unterscheiden wir auch eine äussere, scheinbar aus feinsten Fädchen bestehende Hälfte, welche an ihrem äusseren Ende mit feinen, langen Cilien besetzt ist, und eine innere, bestehend aus grossen dichtgedrängten Kernen, von welchen iner grösser ist als die übrigen, eine oval verlängerte Form zeigt und am neisten nach aussen gelagert ist. Eine weitere Zerzupfung lehrt, dass jede ler eben beschriebenen Gruppen aus zweierlei Art von Zellen besteht: einer inzelnen grossen und zahlreichen andern Zellen, welche je einen grossen unden Kern und sehr lange feine Fortsätze besitzen (Fig. 340). Einer von liesen Fortsätzen und zwar der stärkste zieht sich nach aussen, der andere ist ehr fein, richtet sich nach innen und kann bis zur Grenze des Subepithelialindegewebes verfolgt werden. Es sind dies die Riechzellen von M. Schultze, velche Geruchsperception vermitteln sollen. Ihr äusseres Ende trägt die oben

genannten feinen und langen Cilien [1]) und erscheint an Präparaten, w
in der Müller'schen Flüssigkeit gelegen sind, wellen- und zickzackförm
bogen. An Goldchloridpräparaten oder an solchen, welche mit Schwefels

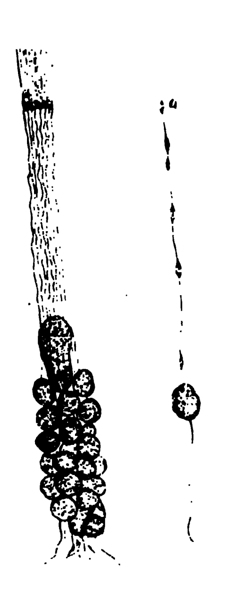


Fig. 339. Gruppe von Riechzellen aus einem Proteus mit einer im Innern gelegenen Epithelzelle (Müller'sche Flüssigkeit). *a* Eine isolirte Riechzelle nach Bearbeitung mit einer schwachen Lösung von Schwefelsäure.

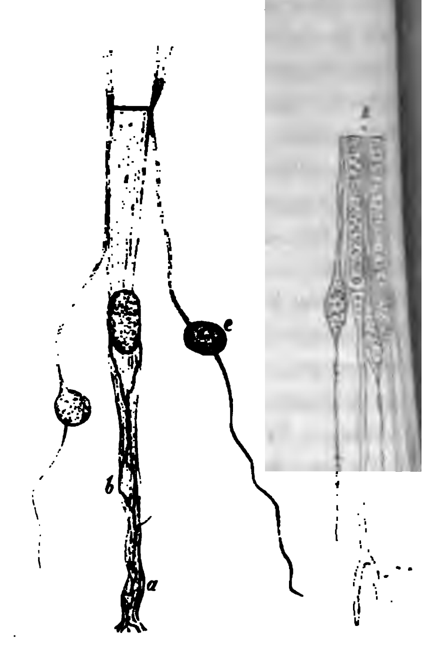


Fig. 340. *A a* Epithelzelle aus der R- gegend von Proteus (nach Bearbeitun- Müller'scher Flüssigkeit). *b* Die scheinb- Fortsätze. *c* Riechzelle. *B* Epithelial- Riechzellen vom Menschen nach M. Schu-

behandelt werden, erscheinen diese Fortsätze in Form sehr feiner und cöser Fäden. Bei starker Vergrösserung kann man sich überzeugen, durch alle Anschwellungen ein continuirlich feiner Faden zu verfolge Daraus können wir schliessen, dass der äussere Fortsatz der Riechzelle ganzen Länge nach aus doppelter Substanz besteht: einer äusseren, v unter dem Einflusse gewisser Reagentien anschwillt und aus einem i Faden, welcher dabei unverändert bleibt. Eben solche Verhältnisse auch der centrale Fortsatz der Riechzellen dar, mit dem Unterschiede, derselbe bedeutend feiner und manchmal selbst eine kaum messbare erlangt. Bei Tritonen habe ich gefunden, dass die Länge dieser Fortsätz sammen genommen mit den übrigen Theilen der Riechzelle zuweilen um

1) Der scheinbare Widerspruch mit M. Schultze, nach dessen Meinung die Cili Proteus fehlen und wie bei Kiemenathmern fehlen müssen, kann nur daher kommen diesem gründlichen Forscher nur ein einziges lange Zeit in Chromkalilösung conse Thier zu Gebote stand.

Dicke der Epithelialschicht übertrifft (Fig. 341). Demzufolge müssen sie weder bis in die Subepithelialschicht dringen oder in horizontaler Richtung der Grenze der Epithelialschicht verlaufen. Letzteres habe ich auch wirklich beim Proteus beobachtet. Die eben beschriebenen Zellen umgeben allseitig die oben erwähnte grosse Zelle, welche einen grossen ovalen Kern besitzt und sich durch die ganze Dicke der Epithelialschicht zieht; die äussere Hälfte erscheint mehr oder weniger cylindrisch, ist beim Triton und Proteus durchsichtig und manchmal deutlich der Länge nach gestreift (Fig. 340). Ich habe mich davon überzeugen können, dass diese Streifung nicht als Ausdruck der herumliegenden Riechzellen zu betrachten ist. Die Streifung durchdringt auch nicht die ganze Dicke der Zelle, sondern betrifft nur deren Oberfläche. Am äussern freien Ende der Zelle kann man eine Reihe von Pünktchen unterscheiden, welche das ganze Ende umkrönen, ohne an den Saum der gewöhnlichen cylindrischen Epithelzellen zu erinnern. Die innere Hälfte der betreffenden Zellen ist nicht so regelmässig gebaut, wie die äussere; ich bezweifle jedoch die Angaben einiger Autoren, wonach sie aus sich verzweigenden Fortsätzen bestehen. Ihre Form ist sehr verschieden, und man kann sich dieselbe ungefähr so vorstellen, als besässe früher diese Hälfte das Aussehen eines mehr oder weniger dicken. aus weicher und durchsichtiger Masse zusammengesetzten Cylinders, in welchen von allen Seiten die runden Körper und zwar die Körner der Riechzellen eingedrückt wären. Dadurch entstehen Falten, deren Ränder schärfer als die übrige Substanz hervortreten, durch ihren Verlauf Figuren bilden und dadurch die Fortsätze der Autoren simuliren. Durch Carminfärbung kann man sich aber überzeugen, dass zwischen diesen Fortsätzen eine sehr zarte durchsichtige Substanz ausgespannt ist, welche längsgestreift ist. Die Selbständigkeit dieser Streifung tritt hier noch deutlicher hervor und zwar aus dem Grunde, weil hier keine Abdrücke irgend welcher kernförmigen Elemente vorhanden sind. Der innere Fortsatz schwillt gegen das unterliegende Bindegewebe kegelförmig an und löst sich in zahlreiche sehr kurze Fäserchen auf. Es ist sehr bemerkenswerth, dass unter dem Einfluss von vielen Reagentien der innere Fortsatz ein anderes Aussehen bekommt. Wenn mit Müller'scher Flüssigkeit z. B. oder mit Jodserum behan-

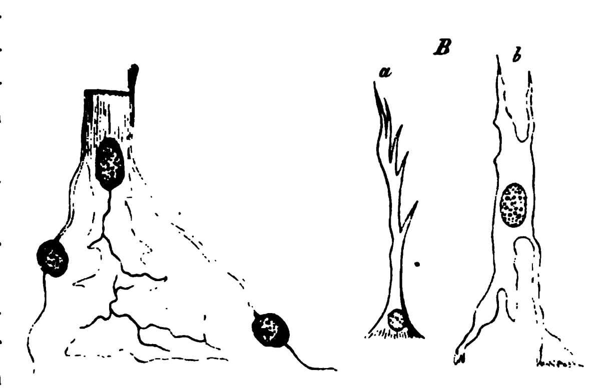


Fig. 341. *A* Eine Epithel- und zwei Riechzellen aus der Uebergangsstelle der Schleimhaut der Riechgegend in die gewöhnliche Schleimhaut (von Triton). *B* Eigenthümliche Epithelzellen aus der Riechschleimhaut. *a* Der Raja elovata nach M. Schultze. *b* Der Proteus.



delte Epithelialzellen von Proteus für einige Zeit in verdünntes Glycerin gelegt werden, so verschwindet jene durchsichtige Substanz, und e scheinen die oben erwähnten Falten in der Form von verzweigten Forts Wenn wir die Schleimhaut der Riechgegend von Thieren, bei welchen selbe keine starke Färbung zeigt, mit salpetersaurem Kali behandeln, halten wir ein sehr zierliches Bild, welches uns ohne Weiteres sehr de zeigt, wie sich die Riechzellen topographisch zu den eben beschriebenen halten. Wir bekommen nämlich ringförmige Figuren zu sehen, welche Enden der grossen Zellen darstellen, umgeben von einer grossen A schwarzer Punkte, welche je nach der Thierart mehr oder weniger dicht drängt und nichts anderes sind als die Enden der Riechzellen (Fig. 342

Die eben beschriebenen Verhältnisse wiederholen sich bei allen. bei wirbellosen Thieren (Cephalopoden, Sernoff) mit sehr unwesentl Modificationen. So hat zum Beispiel M. Schultze angeg dass bei Säugethieren und auch beim Menschen die I zellen keine Cilien, oder wie er sie nennt, keine Riechhä haben, was so viel bedeuten soll, dass diese Härchen unbedingtes Moment in der Geruchsperception dar und darum keinen besondern Namen verdienen. W Riechhärchen existiren (Vögel, Amphibien) dort ersch sie entweder als steife Härchen, deren immer nur ein einer Riechzelle steht und sehr lang ist, oder als Bünd feinen Cilien. Diese können wieder entweder ganz weglich sein oder eine geringe selbständige Beweglichkeit zeigen. Bei e Thieren kommen Riechzellen mit beiderlei Arten von Härchen vor. Zu hat derjenige Theil der Riechzelle, wo der Kern liegt, eine spindelförmig stalt. Bei einigen Thieren sind die äussern Fortsätze bedeutend stärker andern zarter und werden unter dem Einfluss macerirender Flüssigkeit v. M. Schultze hat ferner nachgewiesen, dass die grossen Epithelialzell vielen Säugethieren mehr oder weniger pigmentirt sind, und dass das Pigment entweder im äussern oder im innern Theile dieser Zellen liegt durch theilweise die obenerwähnte Farbe der Riechgegend bedingt ist wohl bei Säugethieren wie beim Menschen kommen in der eigentlichen olfactoria nur wimperlose Epithelialzellen vor, und obwohl bei dem le stellenweise gewöhnliche Flimmerepithelien vorhanden sind, so finde jedoch daselbst keine zwischengelagerten Riechzellen. Bei Plageostome gerade im Gegentheil die geruchspercipirenden Stellen vorzüglich mit mernden Epithelien besetzt.

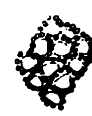


Fig. 342. Flächenansicht der Epithelschicht der Riechgegend nach Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd (Proteus).

Ausser den soeben beschriebenen zweierlei Arten von Zellen exist Plageostomen (M. Schultze), bei Proteus und Triton (ich) und vielleich bei vielen andern noch eine Art von Zellen, welche gleichfalls in der Epit schicht eingelagert sind, und welche an die Engelmann'schen Gabelzeller nern. Ihre Form ist sehr verschieden und ist aus dem beigelegten Holzs

ersichtlich (Fig. 340 *B*). Sie stossen mit ihrem Centralende unmittelbar an die subepitheliale Schicht und lösen sich hier manchmal in sehr feine kurze Fäserchen auf. Ihr peripherisches Ende reicht nicht bis an die Oberfläche der Epithelialschichte und wird entweder konisch zugespitzt oder es verästelt sich. Uebrigens ist ihre Form, wie oben erwähnt, sehr mannigfaltig. So trifft man z. B. bei Proteus Zellen, welche durch ihre Verästelung den multipolären Nervenzellen sehr ähnlich sind.

Man kann endlich nicht selten besonders bei jungen Thieren in der Tiefe der Epithelialschicht runde Zellen ohne alle Ausläufer treffen, welche wohl als Material für die Entwickelung der Riech- und Epithelialzellen betrachtet werden müssen.

Der leitende Apparat des Geruchsorgans besteht aus den sogenannten Riechnerven, welche bekanntlich aus jedem Bulbus olfactorius, je nach der Thierart entweder als ein einziger Nervenstamm entspringen, oder als mehrere Fäden hervortreten, um sich dann in der Schleimhaut des Geruchsorgans zu verzweigen. Hier verlaufen nämlich (Fig. 337) die Riechnervenstränge, welche sich sehr leicht in Bündel spalten lassen, in der Drüsenschicht entweder in horizontaler oder schräger Richtung. Von diesen Strängen gehen zahlreiche Zweige ab, welche sich bei ihrer weiteren Theilung und unter Winkeln verschiedener Grösse nach aussen zur Epithelialschicht ziehen und an Goldchloridpräparaten sich deutlich bis zur Grenze der letzteren verfolgen lassen. Andererseits verlaufen die Nervenzweige zum Grunde der Bowmann'schen Drüsen.

Was den feineren Bau dieser Nerven anbetrifft, so ist derselbe genügend von M. Schultze untersucht und auf den Seiten 113 und 114 dieses Buches schon erörtert worden. Ich kann jedoch diesem Forscher darin nicht beistimmen, dass die Riechnerven Primitivnervenfasern enthalten, welche nach dem Typus der Remak'schen gebaut sind, das heisst, aus kernhaltiger Schwann'scher Scheide und fibrillärem Inhalte zusammengesetzt sind. Nach der Darstellung Max Schultze's zerfallen die Stränge der Riechnerven in Primitivfaserbündel. Bei einigen Thieren sollen diese Bündel aus Fibrillen bestehen, und von einer kernhaltigen Scheide eingeschlossen sein, die er als Schwann'sche Scheide bezeichnet. Bei anderen Thieren wieder soll das Primitivfaserbündel innerhalb seiner Scheide in Primitivfasern zerfallen, von welchen jede wieder aus Fibrillen und einer Schwann'schen Scheide bestehen. In soweit meine Erfahrung reicht, bestehen bei allen Thieren die fraglichen Bündel, mögen sie mit Scheiden versehen oder scheidenlos sein, durch und durch aus feinsten, durch feinkörnige Masse festgehaltenen Fibrillen. Bei einigen Thieren können ausserdem zwischen den Fibrillen die Kerne zuweilen in regelmässigen Reihen eingelagert sein, wodurch das ganze Bündel in secundäre scheidenlose Bündel getheilt wird. Die Scheide der Primitivbündel kann nicht die Schwann'sche Scheide repräsentiren, sie ist vielmehr vom morphologischem Standpunkte mit Neurilem zu vergleichen, welche auch ihre

Eigenschaften und Structur sein mögen. Dies müssen wir auch
nehmen, wo die Fibrillen keine Kerne zwischen sich enthalten, n
secundäre Bündel bilden, wie zum Beispiel nach M. Schultze be
Wenn wir die Scheide in diesem Falle als Schwann'sche betrachten v
müssten wir dies auch dort thun, wo die Fibrillen innerhalb der
secundäre Bündel zerfallen, welche nach M. Schultze wieder mit S
schen Scheiden versehen sind; es würde das mit andern Worten
dass die Nervenfasern mit Schwann'scher Scheide noch einmal in
meinschaftliche Schwann'sche Scheide eingeschlossen seien. Ich füge
zu, dass ich mich bei vielen Thieren, besonders bei Plagiostomen ni
zeugen konnte, dass die Primitivfaserbündel irgend welche Scheide e
Die Entwickelungsgeschichte des peripherischen Nervensystems le
nahe, dass die Riechnerven als embryonale zu betrachten seien, v
der zweiten Stufe ihrer Entwickelung stehen geblieben, während di
schen Fasern die weitere Stufe der Entwickelung erlangen. Die Kern
man zwischen den Fibrillen der Geruchsnerven trifft, sind grösstentl
Zellen. Diese haben nicht selten eine spindelförmige Gestalt, und
Fall haften ihre feinen Fortsätze sehr fest an den Nervenfibrillen
führlicher darüber zu sprechen, werde ich noch an einem anderen C
Buches Gelegenheit haben.

Es fragt sich nun, wie verhalten sich die Nervenfibrillen, na
die Epithelialschicht erreicht haben? Leider können wir diese Frage i
thetisch beantworten. Versuche, welche mit Goldfärbung angestell
beweisen keineswegs, dass die Nervenfibrillen in derselben Wei
wie wir es an der durchsichtigen Hornhaut beobachten, was sich auc
setzen lässt. Nachdem ich gefunden habe, dass die grossen Epith
ihrer ganzen Länge nach und unzweifelhaft mit zarten, obwohl
günstigen Umständen sichtbaren Längsstreifen bedeckt sind, kö
vermuthen, dass die feinsten Fibrillen der Geruchsnerven, nachde
Epithelialschicht durchdrungen, die grossen Epithelzellen allseitig
geben und mit denselben bis zur Oberfläche der Epithelialschicht
Diese Vermuthung könnte noch dadurch an Boden gewinnen, dass c
förmigen inneren Enden der grossen Epithelialzellen sich in za
Fäserchen auflösen. Allein ich glaube, eine derartige Voraussetz
zur Zeit noch ein wenig zu sanguinisch. Die Zahl der Mittheilun
gestreifte Zellen wächst mit jedem Tage. So ist zum Beispiel sch
Zeit bekannt, dass die Linsenfasern manchmal längsgestreift er
Pflüger hat die Streifung beinahe an allen die Speicheldrüsen constr

nicht Alles, was gestreift ist, für nervös zu halten. Ich muss noch darauf aufmerksam machen, dass beim Triton an den Uebergangsstellen des Epithels der Riechgegend in das gewöhnliche Epithel, wo die Riech- und Epithelialzellen zugleich dicker und kürzer werden, die innern Enden der Epithelialzellen enorm breit sind und keine Streifung zeigen (Fig. 340).

M. Schultze hat schon längst die Hypothese ausgesprochen, dass die Fibrillen des Riechnerven mit den inneren Enden der Riechzellen in Verbindung treten können. Als Hauptstütze seiner Hypothese weist er auf die vollständige Analogie hin, welche in chemischer und morphologischer Hinsicht zwischen den Centralenden genannter Zellen und den Nervenfibrillen besteht. Zur weiteren Begründung dieser Hypothese kann ich hinzufügen, dass unter der Einwirkung des Chlorgoldes die Geruchsnerven beständig eine schwarzviolette Farbe annehmen und obwohl sehr selten, doch in gelungenen Fällen sehr deutlich auch die Fortsätze der Riechzellen sich färben, während der Kern blass und durchsichtig bleibt. Ich bin im Besitze eines Präparates von einer Schildkröte, ein Unicum unter vielen Hunderten von Schnitten, auf welchem man den unmittelbaren Uebergang der Nervenfibrillen in die Epithelialschicht beobachten kann. Von den tieferliegenden Zweigen des Geruchsnerven steigen die Aestchen beinahe in senkrechter Richtung gegen die Epithelialschicht auf. Diese Aestchen sind fibrillär und mit Kernen belegt. Unter weiterer Theilung erreichen sie die Grenze, und erst hier zerfallen sie in wenig zahlreiche Fibrillen und feinste Bündelchen, welche auf einer sehr kurzen Strecke horizontal und fächerförmig sich ausbreiten und dann wieder senkrecht, aber unregelmässig geschlängelt in die Epithelialschicht verlaufen, woselbst sie sich bis zu den Kernen der Riechzellen verfolgen lassen. Das könnte wohl die M. Schultze'sche Hypothese zur Thatsache erheben, wenn wir nur in dem Chlorgolde wirklich ein Mittel besässen, welches ausschliesslich die Nervenelemente färbte, wenn überhaupt das Goldchlorid in seinen Wirkungen nicht so launisch wäre und keine Trugbilder erzeugte. Es findet sich noch, wie oben erwähnt, in der Epithelialschicht der Riechgegend die besondere Art von Zellen — den Engelmann'schen Gabelzellen sehr ähnlich. Diese für die Endigungen der Nerven ansehen zu wollen, ist Geschmacksache.

Manchmal lassen sich Bilder erhalten, an denen es ganz evident ist, wie die Nebenfibrillen zu Bündeln vereinigt in die Epithelialschicht eindringen und sehr weit zwischen den Epithelzellen nach aussen gelangen, was freilich eine freie Endigung derselben vermuthen lässt (Fig. 338 *C*). Scheinbar widerspricht diese Aussage dem, was in dem früheren Absatze über die Nervenendigung gesagt worden ist; aber auch nur scheinbar. Wenn wir erwägen, dass, wie ich mich mit Beobachtung aller Cautelen an mir selbst überzeugt habe, die Riechgegend auch sensibel ist; wenn wir ferner erwägen, wie wahrscheinlich es ist, dass Sensibilität und Geruch von verschiedenen Nerven vermittelt wird, so liegt es wohl nahe, die von mir beobachteten freien Nervenenden als den sensiblen Fasern angehörend zu betrachten. Max Schultze hat übrigens schon

zwischen den marklosen Fasern markhaltige beobachtet. Nicht so
schwierig zu beantworten ist die Frage über das Verhältniss des Olfacto
fibrillen zu dem centralen Theile des Geruchsorgans. Durch Walt
LEYDIG [2]), M. SCHULTZE [3]), ist schon längst bekannt und jüngst von Mey
bestätigt worden, dass die Olfactoriusfibrillen zunächst von grossen k
ligen Körpern, welche in dem Bulbus olfactorius eingebettet sind, bü
weise entspringen. Doch wie sich KÖLLIKER in seinem Buche ausdr
sind diese Gebilde bis jetzt in ihrem feineren Baue nicht zu ergründe
wesen. Die besten Resultate erhält man noch, wenn man die verschie
Verhältnisse dieser Körper bei Plageostomen untersucht, die dieselben
standtheile, welche bei höheren Thieren den Centralapparat constituiren,
einzelt und weit von einander liegend besitzen. Bei Torpedo zum Bei
legt sich der Bulbus olfactorius unmittelbar an die Riechgrube an und
bindet sich vermittelst des langen und dünnen Tractus olfactorius mi
vorderen Scheinlappen, indem die Hüllen des Tractus unmittelbar in je
Bulbus übergehen, in welchem die oben genannten kugeligen Gebilde
besondere Ordnung eingelagert sind. Sie sind von einander getrennt
Nervenfasern und Gefässe, stellen eine feinkörnige Struktur dar und sin
aussen scheinbar mit Kernen belegt. Bei Torpedo kann man sich leicht
überzeugen, dass diese scheinbaren Kerne eigentlich unzweifelhafte sehr k
Nervenzellen sind; einige darunter sind bipolar, die Mehrzahl multipolar.
eine von den Fortsätzen dieser Zellen erscheint zuweilen glatt und richte
gegen den Tractus olfactorius, wo er zugleich sich mit Marksubstanz über
Die andern Fortsätze sind anfangs dick, theilen sich aber später in eine
von Zweigen, welche in die kugeligen Körper dringen. Wenn eine Ne
zelle bipolar ist, so geht der zartere Fortsatz in den Tractus olfactorius
der andere aber von deutlich fibrillärem Bau dringt auch in den kug
Körper ein, wo er in feinste Fibrillen zerfällt. Die Fibrillen verbreite
einmal in eine Kugel ohne alle Ordnung und treten aus einer Seite der
in Bündel vereinigt heraus; ein anderes Mal vereinigen sie sich schon
Kugel selbst zu einen Bündel, welches einen schneckenförmigen V
nimmt und sich zu den übrigen Bündeln der Riechnerven hinzu
(Fig. 343).

Welche morphologische Bedeutung können nun die fraglichen K
haben? Sind sie eigenthümliche Gebilde, oder finden sie ihr Analog
Nervensystem? Obgleich sie auf den ersten Anblick als feinkörnig erschein
stellen sie doch an sehr dünnen Durchschnitten ganz denselben Bau dar, w
sogenannte Molecularschicht der Netzhaut. Es wäre aber, wie mir scheint,
ganz richtig, anzunehmen, dass wir hier eine reticuläre oder schwa

1) VIRCHOW, Archiv XXII.
2) Lehrbuch der Histologie. 1857.
3) l. c.
4) Vierteljahrschrift für Psychiatrie. II. Jahrg. 1. 4. 102.

Bindesubstanz vor uns haben. Es sind vielmehr Knäuel von feinsten Fibrillen, deren Ursprung wir schon kennen, und zwischen welchen eine reichliche feinkörnige Masse eingelagert ist. Man trifft ähnliche Verhältnisse überall dort, wo nur Nervenfibrillen oder, wenn es beliebt, die feinsten Axencylinder nackt sind, oder mit andern Worten, wo die Nerven die höhere Stufe der Entwickelung nicht erreicht haben. Wenn solche Fibrillen parallel neben einander verlaufen, wie das bei den embryonalen oder Geruchsnerven der Fall ist, dann bieten die Bündel von Fibrillen ein streifig körniges Ansehen dar. Die feinsten Körnchen, oder vielleicht eine Substanz, welche nur unter dem Einflusse von gewissen Reagentien sich in Körnchen verwandelt, haften so

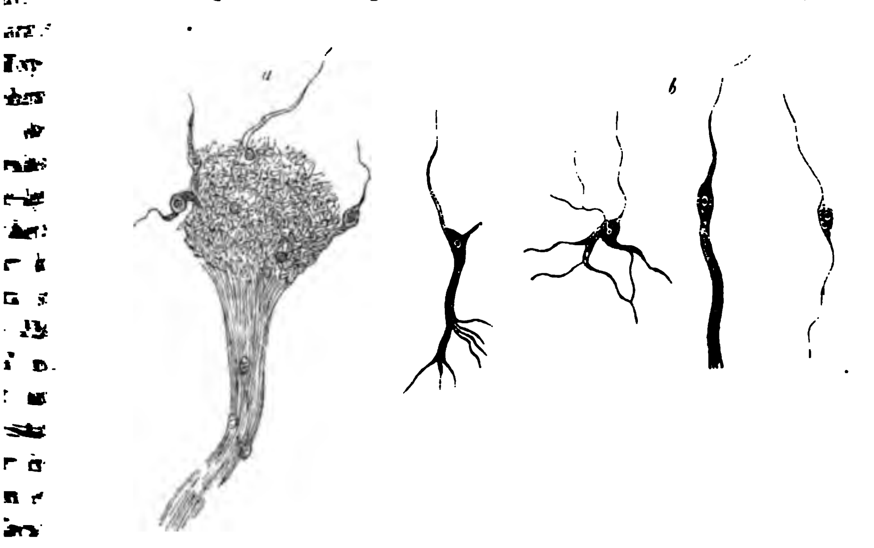


Fig. 343. *a* Eine isolirte Kugel mit anhaftenden Nervenzellen aus dem Bulbus olfactorius von Torpedo; *b* isolirte Nervenzellen (ebendaher).

stark an den Fibrillen und kleben diese so fest an einander, dass die Isolirung derselben sehr schwierig ist. Wenn aber die Fibrillen einen unregelmässigen verwickelten Verlauf nehmen, so entsteht das Bild der reticulären Bindesubstanz, welche hauptsächlich durch die Körnchen bedingt wird; dann ist die Isolirung der einzelnen Nervenfibrillun beinahe unmöglich, wie es bei den Kugeln der Regio olfactoria geschieht. Ich bin sehr geneigt, anzunehmen, dass dieselben Verhältnisse in der Retina und vielleicht an anderen Stellen des Nervensystems sich wiederholen.

Der Tractus olfactorius besteht ausschliesslich aus markhaltigen Nervenfasern, welche keine Schwann'sche Scheide haben. Nachdem sie zu einem von den beiden Vorsprüngen, welche beim Torpedo zu beiden Seiten der grossen Hemisphären gelagert sind, gelangt, dringen sie in die reticuläre Substanz ein, verlieren allmählich ihre Markschicht und verbinden sich dann mit zahlreichen kleinen Nervenzellen, von denen die einen wiederum bipolar,

die andern multipolar sind. Das Alles ist das einzig Thatsächlic
aus meinen Untersuchungen über den Centralapparat des Geruc
Plageostomen gefunden habe. Etwaige weitere Bestandtheile di
blieben mir unzugänglich, und die Literatur bietet darüber noch k
Angaben. Alle eben beschriebenen Verhältnisse über den U
Nervus olfactorius sind aber auch gültig für die höheren Wirbelt
verschieden der Bau derselben auf den ersten Blick auch erscl
Ueberall entspringen die Fasern des Tractus olfactorius unmittelb
feinkörnigen, reticulären Masse, möge sie nun in Kugeln oder an
formt sein.

Diese Masse ist überall von kleinen Nervenzellen umgebe
läufer, welche nach innen zu in den Olfactorius und das Gros
wandeln sich überall in markhaltige Nervenfasern um, die sich
wieder mit neuen Nervenzellen vereinigen. Demnach besteht nu
schied in topographischer Hinsicht, was natürlich nur als Neb
trachtet werden muss und in andere Capitel dieses Buches hinein

Während der letzten Revision dieses Bogens publicirte Exner (Wiener Si
über Untersuchungen der Riechschleimhaut des Frosches. Nach dem, w
kurzen, vorläufigen Mittheilung entnehmen kann, sollen sich die Aeste de
zwischen dem Bindegewebe der Schleimhaut und der Epithellage in ein Mas
lösen, aus welchem die centralen Fortsätze sowohl der sogenannten Riechzel
der Epithelialzellen entspringen. Die Trigeminusfasern bilden im Bindegeweb
haut einen weitmaschigen Plexus. S

Capitel XXXVI.

Sehorgan.

I.

Die Retina.

Von

Max Schultze.

Die Retina ist die häutige Endausbreitung des Sehnerven im Hintergrunde
as Augapfels. Ausser Nervenfasern enthält dieselbe verschiedene Formen
in Nervenzellen, welche in den Verlauf der Fasern eingeschoben sind, be-
or diese ihr peripherisches Ende erreichen, dieses Ende aber ist ausgezeichnet
urch eigenthümliche Endapparate, welche die Schicht der Stäbchen und
apfen der Retina darstellen und von pigmentirten Scheiden umgeben wer-
en. Die Nervenfasern und Nervenzellen der Netzhaut sind in eine spongiöse
indesubstanz eingebettet, welche als eine Fortsetzung derjenigen des Seh-
erven zu betrachten ist und eine grosse Aehnlichkeit mit der Bindesubstanz
er Centralorgane des Nervensystems besitzt. Blutgefässe und wahrscheinlich
ach Lymphgefässe stellen einen Theil dieser Bindesubstanz dar.

Die Gewebselemente der Netzhaut gruppiren sich in Schichten parallel
er Oberfläche der ähnlich einer Kugelschale gewölbten Haut. Die innerste
erselben, welche dem Glaskörper aufliegt, ist die mit der Oberfläche des
tzteren oft innig verbundene Grenzschicht der spongiösen Bindesubstanz,
embrana limitans interna, deren Verwachsung mit dem Glaskörper zumal
i der Gegend der Ora serrata unter Umständen die Ablösung der Netzhaut
n frischen oder gut conservirten Zustande ausserordentlich erschwert. Die
usserste der Schichten ist die der Stäbchen und Zapfen mit Einschluss der
igmentscheiden, welche von einer besonderen Zellenschicht, der Pigment-
ellenschicht der Netzhaut gebildet werden. Diese liegt der Chorioides und
war der glashellen Bindesubstanz der Choriocapillaris auf und bleibt beim
bheben der Retina häufig auf ihr haften, in welchem Falle dann die Stäbchen
nd Zapfen, herausgezogen aus ihren Pigmentscheiden, für sich die äusserste
chicht der Netzhaut darstellen. Aber auch von diesen bleiben nicht selten
heile mit dem Pigment an der Chorioides zurück, indem bei guter Conser-

virung die Pigmentscheiden den in sie eingeschlossenen Theil nicht leicht fahren lassen, so dass dieser letztere mit dem P Chorioides, der innere Theil der Stäbchen an der Netzhaut haft

Die Schichtung der Netzhaut ist eine vielfache und die Sy Namengebung drohen das Verständniss der ophthalmologische erschweren. Es ist demnach von Wichtigkeit, sich über eine fache Bezeichnungsweise der verschiedenen Schichten zu einige welche HEINRICH MÜLLER consequent in allen seinen Publicati Retina benutzte, sind die gebräuchlichsten geblieben und la mit einigen Modificationen festhalten. Neu eingeführt ist nur limitans externa (M. SCHULTZE) und die Trennung der Zwische H. MÜLLER's in zwei gesonderte Lagen. Ich habe auf die Nothwe Trennung zuerst aufmerksam gemacht und der constanten Lage aussehender Substanz zwischen inneren und äusseren Körner Zwischenkörnerschicht gelassen, dagegen die namentlich am ge Menschen stark entwickelte, aus Stäbchen- und Zapfenfase Modification der äusseren Körnerschicht, welche H. MÜLLER d körnerschicht zurechnete[1], abgetrennt. HENLE nennt die Zw schicht, wie ich sie definire, äussere granulirte Schicht und dr Aehnlichkeit im Bau mit der moleculären oder inneren granu aus, die radiärfaserige innere Abtheilung der äusseren Körnersc legt er mit dem Namen äussere Faserschicht. Um Missverständ Auffassung des Namens Zwischenkörnerschicht, welcher dem zufolge in H. MÜLLER's Publicationen etwas anderes bedeutet al nigen, vorzubeugen, soll im Nachfolgenden die HENLE'sche »äussere granulirte Schicht« statt »Zwischenkörnerschicht« angew wonach dann die hier benutzte Nomenclatur der Schichten der innen nach aussen aus folgender Uebersicht zu entnehmen ist:

1. Membrana limitans interna.
2. Opticusfaserschicht.
3. Ganglienzellenschicht.
4. Innere granulirte (moleculäre) Schicht.
5. Innere Körnerschicht.
6. Aeussere granulirte (Zwischenkörner-) Schicht.
7. Aeussere Körnerschicht mit Einschluss der an gew der Netzhaut vorhandenen äusseren Faserschicht

ntartheilen, welche bereits genannt wurden, Elementen des Nervenwebes und Elementen der Bindesubstanz. Dies ist unbestritten. grössten Meinungsverschiedenheiten herrschen dagegen darüber, welcher beiden Gruppen von Geweben im zelnen Falle diese oder jene Faser, se oder jene Zelle zuzurechnen sei. beruht dies auf dem unseren Forungen über die Endigung der Ner- an der Peripherie und im Cenm überall auf das Hinderlichste gegentretenden Umstande, dass r feine marklose Nervenfasern rch kein vollkommen sicheres Merk-l, selbst nicht bei starken Verisserungen, von Fasern anderer Beitung unterschieden werden könn, zumal nicht, wenn beide Arten ig unter einander durchflochten d, wie dies an vielen Stellen der tina unzweifelhaft der Fall ist. Um haltspunkte zur Unterscheidung ser beiden Faserarten zu gewinnen, rden wir bei Betrachtung des feiren Baues der Netzhaut von der der zweifelhaften Nervenfasern aus-ien, wie sie sich vom Sehnerven ergirend ausbreiten und die der mbrana limitans interna zunächst gende Schicht der Sehnervenfasern rstellen. Mit den hier gewonnenen sultaten werden wir die Nervenern auch in anderen Schichten, in nen der continuirliche Zusammenng nervöser Elemente nicht mehr nachweisbar ist, aufsuchen und unterieiden lernen. Die stützende Bindesubstanz werden wir danach in einem sonderen Abschnitte beschreiben, ebenso die Abweichungen, welche der u der Netzhaut an der Macula lutea, Fovea centralis und Ora serrata erleidet. Gefässe der Netzhaut finden ihre Beschreibung an einer anderen Stelle.



Fig. 344. Uebersicht der Schichten in der Netzhaut des Menschen. Vergr. 400. Die Zahlen beziehen sich auf vorstehende Erklärung im Text.

1. Die nervösen Bestandtheile der Netzhaut.

Der Sehnerv besteht an der Stelle, wo er die äussere Oberfläche des gapfels erreicht, wie in seinem ganzen Verlaufe durch die Augenhöhle, ab-

gesehen von seinen Scheiden, Blut- und Lymphgefässen, aus Nervenfasern, welche in Bündelchen gruppirt, in relativ festes eingebettet sind. Beim Zerzupfen kleiner Abschnitte im frisch und in indifferenten Flüssigkeiten bekommt man von Nervenfaser Stücke, tropfenartige und wurstförmige Massen von Nervenmar welche den Elementen der weissen Substanz des Gehirnes gleiche Stücke der markhaltigen Nervenfasern lassen sich isoliren dur feiner Längsschnitte in conservirenden Flüssigkeiten erhärteter Auch diese gleichen in ihrer mit Knötchen und Varicositäten setzten Oberfläche ganz den in ähnlicher Weise behandelten Fasern der weissen Substanz des Gehirns.[2] Wir müssen hiernac dass die Fasern des Sehnerven gleich denen des Gehirns der Sc Scheide entbehren. Wenn trotzdem die Festigkeit der Substanz d im Ganzen eine grössere ist als die der Hirnsubstanz, so erklärt s länglich aus der grossen Menge fester Bindesubstanz, welche i enthalten ist, und von deren Anwesenheit man sich durch Betra Querschnitte erhärteter Nerven überzeugt. Jedes Bündel Nervenf dem benachbarten durch eine dicke Lage blutgefässreichen, fibril gewebes geschieden,[3] so dass nach ungefährer Schätzung die bündel kaum die Hälfte der Substanz des Sehnerven einnehme Bündel sind Nervenfasern sehr verschiedener Dicke gemischt, w neren an Menge überwiegen. Während der Sehnerv die Scle sogenannten Lamina cribrosa durchbohrt, verlieren, einige spät nende Fälle ausgenommen, alle Nervenfasern ihre Markscheide. stehende Dickenabnahme des Nerven ist eine ziemlich plötzlich nach Löwig[4] auch durch einen Uebergang der inneren Binde Nerven in diejenige der Sclerotica und Chorioides mit bedingt sei den Nervenfasern übrig bleibt, sind die ungemein zarten, eine wie es scheint, jetzt ganz entbehrenden Axencylinder. Diese Arteria und Vena centralis umschliessend, und immer noch von ei

---

1) Diese Aehnlichkeit der Fasern des Sehnerven mit den Hirnfasern schiedenheit von anderen peripherischen Nerven beschrieb und erläuterte bildungen zuerst Ehrenberg, Abhandl. der Acad. der Wissensch. zu Berlin 1854. p. 665. Taf. I—V.

2) Vergl. dieses Handbuch, p. 111, Fig. 19.

3) [illegible]

nge Bindesubstanz umgeben, durch die Chorioides und strahlen nach allen iten, den niedrigen Krater der Excavation des Opticuseintrittes begren- nd,[1] in die Ebene der inneren Oberfläche der Retina aus, und bilden hier e der Membrana limitans interna nach aussen anliegende Opticusfaserschicht, ren Dicke gegen die Ora serrata allmählich abnimmt, so dass an letzterer lbst nur noch vereinzelte Fasern oder Faserbündelchen nachweisbar sind. m gelben Fleck der Retina erleidet die Schicht der Nervenfasern als zu- mmenhängende Lage eine Unterbrechung. Der Rest von Bindesubstanz des pticus geht in die Substanz der Stützfasern der Netzhaut über.[2]

Die Natur der die in Rede stehende Schicht zusammensetzenden Nerven- sern lässt sich im ganz frischen Zustande studiren, wenn man Stücke der etina aus dem noch warmen Bulbus in Glaskörperflüssigkeit, die innere läche nach oben, unter das Mikroskop bringt. Zumal in der Nähe der Ora errata, wo die Sehnervenfasern vereinzelt verlaufen und die Netzhaut im anzen dünner und durchsichtiger ist, erhält man klare Bilder, vorausgesetzt, lass die bald nach dem Tode in den meisten zelligen Elementen der Retina ich einstellende körnige Gerinnung noch nicht eingetreten ist. Eine Isolirung ler weichen Fasern durch Zerzupfen im frischen Zustande und in indifferenten lüssigkeiten ist nur sehr unvollkommen ausführbar, gelingt dagegen an assend erhärteten und macerirten Netzhäuten, z. B. nach kürzerer oder län- gerer Aufbewahrung in Jodserum, dünnen Lösungen von Chromsäure und loppelt chromsaurem Kali. Die Nervenfasern der Netzhaut, welche auf solche Weise zur Beobachtung kommen, sind von sehr verschiedener Dicke, viele an der Grenze des Messbaren also unter $1/2$ Mik., die dicksten 3—5 Mik. Von anliegenden oder eingebetteten Kernen zeigt keine eine Spur, ebenso wenig von einer abhebbaren Hülle oder von einer Scheidung in Rinde und Mark. Es sind blasse, biegsame, sehr weiche Fasern, an welchen eine andere Structur nicht wahrnehmbar ist, als die Andeutung einer fibrillären Streifung und hier und da eine Ansammlung feiner Körnchen. Alle zeigen eine grosse Neigung zur Bildung spindelförmiger Varicositäten. An frischen Präparaten in situ fehlen dieselben so gut wie ganz, ihre Bildung kann bei Anwendung von Jodserum durch Zusatz von Kochsalz zu demselben verhindert, durch Verdünnung des Serum mit Wasser befördert werden, ist also unzweifelhaft eine eigenthümliche Quellungserscheinung. Die Zahl, die Grösse, die Gestalt der Varicositäten wechselt mannigfach, aber immer ist das Bild ein ganz an- deres als an den markhaltigen Fasern des Hirns oder Rückenmarkes. Bei letzteren wird die knotige, mit Varicositäten besetzte Oberfläche durch ein partielles Hervortreten des stark lichtbrechenden Nervenmarkes erzeugt. Von solchem ist hier keine Spur nachweisbar, es entspricht die Bildung der spindel-

1) Ueber die sogenannte physiologische Excavation des Sehnerveneintrittes handelt H. Müller in Graefe's Archiv f. Ophth. Bd. III, Abth. 2, p. 86. Ausführliches auch über die neuere Literatur enthält L. Mauthner, Lehrbuch der Ophthalmoskopie 1868, p. 252.

2) Klebs in Virchow's Archiv. Bd. XIX, p. 321, Taf. VII.

förmigen Varicositäten der Opticusfasern der Retina vielmehr einer Ersch welche an Axencylindern beobachtet werden kann, welche aus der scheide isolirt worden sind, z. B. an Fasern des Nervus acusticus.[1]

Dass an den Stellen, wo Varicositäten entstanden sind, eine Verä in der Textur der Opticusfasern vorgegangen ist, beweist auch der U dass die Varicositäten namentlich der dickeren Fasern im Innern meist

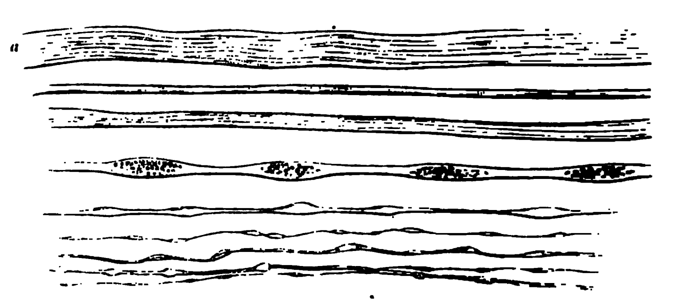


Fig. 345. Nervenfasern der Retina mit und ohne Varicositäten, a vom Rind, die vom Menschen. Vergr. 800.

körnige Umwandlung der Fasersubstanz zeigen, während die nicht gequoll Stellen homogen geblieben sind und die fibrilläre Structur mehr oder we deutlich erkennen lassen. Dass hier Quellungserscheinungen eine Haupt spielen, beweist auch das Verhalten der Nervenfasern der Retina n Lösungen der Chromsäure, deren concentrirtere die Varicositätenbildung v hindern, während mit zunehmender Verdünnung die Zahl und Grösse Varicositäten zunimmt, bis endlich die perlschnurförmig dicht mit Ausbu tungen besetzten Fasern unter weiterer Quellung ganz zu Grunde gehe Dies tritt bei den feinsten Fasern, deren Varicositäten von Anfang an re am grössten sind und sich auch in kürzeren Zwischenräumen wiederho früher ein als bei den dicksten Fasern.

Gabelförmige Theilungen der Nervenfasern sind von Corti[3] und Gerlach[4] beschrieben und abgebildet. Sie kommen, wenn überhaupt in Opticusfaserschicht, nur sehr einzeln vor. Die angezogenen Fälle bezi sich möglicherweise auf Fortsätze von Ganglienzellen.

Den regelmässig strahligen Verlauf der Nervenfasern in der Netz unterbricht den übereinstimmenden Angaben von Michaelis, H. Müller, Bi Kölliker u. A. zufolge der gelbe Fleck insofern, als hier eine continuirl Faserschicht fehlt, die Nervenfasern vielmehr sich in der dicken Gangl

---

1) M. Schultze, Observationes de retinae structura penitiori 1859, Fig. 1.

2) Genauere Angaben über die Lösungen, in welchen Varicositäten der Sehne fasern der Retina erzeugt werden können, finden sich in meinem Aufsatz in den Mo berichten der Academie der Wissenschaften zu Berlin. 1856. p. 511.

3) Müller's Archiv 1850. Taf. VI, Fig. 8.

4) Handbuch der Gewebelehre 1854. p. 498.

:hicht verstecken und, um hier reichlich eintreten zu können, schon Umgegend des gelben Fleckes einen bogenförmigen Verlauf annehmen. :h [1]) macht neuerdings noch auf eine andere Abweichung aufmerksam, darin bestehen soll, dass von der Eintrittsstelle des Opticus senkrecht)en und unten viel mehr Nervenfasern verlaufen, als nach aussen, wo ı bei weitem grössere Flächen der Retina zu innerviren giebt. Die sollen dann in Begleitung der grösseren Gefässe in Bogen um die lutea nach aussen gelangen, um hier schliesslich zu endigen.

i mikroskopischer Besichtigung einer unverletzten Netzhaut von der ı Oberfläche gewahrt man häufig eine Gruppirung der Nervenfasern zu n, zwischen denen langgestreckte spindelförmige Lücken bleiben. [2]) ängen sich Gruppen der die Nervenfaserschicht durchziehenden radialen sern zwischen die Bündel, um in der Membrana limitans interna zu ı. Wo wie an der Ora serrata die Nervenfasern sehr spärlich werden ie an der Macula lutea als continuirliche Lage fehlen, treten auch die ·nzellen unmittelbar an die Limitans interna heran.

ısnahmsweise persistirt beim Menschen das Nervenmark einzelner Portionen nervenfasern noch über die Eintrittsstelle des Opticus in die Retina hinaus. ı wird die betreffende Stelle der Netzhaut undurchsichtig und sieht bei auf-m Lichte weiss aus, wie die vortrefflichen ophthalmoskopisch gewonnenen n LIEBREICH's Atlas der Ophthalmoskopie, Taf. XII, Fig. 1 und 2 zeigen. CHOW [3]) den ersten derartigen Fall an der Leiche constatirte (ein 46jähriger n dessen beiden Augen um die Eintrittsstelle des Opticus markhaltige Fasern, n Auge 4strahlig divergirende Flecke, am andern einen trübweissen Ring), ist sowohl durch anatomische wie durch ophthalmoskopische Unter-ʒen eine Reihe ähnlicher Fälle bekannt geworden. Dieselben sind in dop-leziehung verschieden, indem in einigen die Stellen, welche markhaltige enthielten, sich unmittelbar an die Eintrittsstelle des Opticus anschlossen, [4]) ·en selteneren isolirte weisse Flecke der Retina entfernt von der Sehnerven-eine Lage markhaltiger Nervenfasern zeigten, so dass hier das Mark nach ıwund an der Eintrittsstelle nach einer gewissen Strecke des Verlaufes wie-rat. [5])

ter den Säugethieren findet sich eine Fortsetzung markhaltiger Nerven-ı die Retina, wie seit BOWMAN bekannt ist, normal beim Kaninchen [6]) und Hier sind es zwei vom Sehnerveneintritt nach entgegengesetzten Richtungen auslaufende weisse Bündel, welche die Netzhaut ziemlich undurchsichtig , die Perception des Lichtes an den betreffenden Stellen aber doch vielleicht

---

EHENDER, Klinische Monatsblätter f. Augenheilkunde. Jahrg. VII, 1869, p. 457.
ergl. H. MÜLLER und KÖLLIKER, Retinatafel in ECKER Icones etc. Fig. 14.
essen Archiv. Bd. X, p. 190.
ÖNITZ (REICHERT und DU BOIS REYMOND, Archiv 1864, p. 741), bei welchem ophthalmo- diese Persistenz nachgewiesen ist, constatirte an seinem Auge, dass die betreffende e die Eintrittsstelle des Sehnerven blind, d. h. entweder ganz undurchsichtig ist, s hinter den Nervenfasern auch die Stäbchen und Zapfen fehlen.
. B. in dem Falle von RECKLINGHAUSEN, VIRCHOW's Archiv, Bd. XXX, p. 375.
ergl. H. MÜLLER's Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 64. Anm.



Eine sehr merkwürdige Abweichung vom Normalen stellen der Nervenfasern der Retina dar, welche zuerst bei **Morbus Br** gewisser hier auftretender weisser Flecke der Netzhaut erkann Ganglienzellen gehalten wurden. Von ZENKER und VIRCHOW und von H. MÜLLER [3] in ihrer wahren Natur erkannt, stellen d Ganglienzellen ähnlich sehende Varicositäten, spindelförmige Verdichtungen der marklosen Fasern dar, deren Substanz fest als die normaler Axencylinder ist und der Zersetzung länger wid

Durchschneidung des Nervus opticus in der Augenhöhl Atrophie der Nervenfaserschicht zur Folge (LEHMANN), welcher Ablagerung von Fettkörnchen in den durchsichtigen, blassen F welche fettige Entartung sich auch auf die Elemente der folge Ganglienzellen, erstreckt.



Nach aussen von der Nervenfaserschicht befindet sich ü Theil der Retina ausgebreitet eine einfache Lage durch grösse Zwischenräume von einander getrennter Nervenzellen ode welche als die Schicht der Ganglienzellen bezeichn Umgegend der Macula lutea des Menschen lagern sich zwei Zellen über einander, um sich in dem gelben Fleck selbst un der Nervenfaserschicht zu einer vielfachen Lage über einan Die Grösse dieser Körper variirt ausserordentlich in eine Retina. Man findet kleine von 15 Mik. Durchmesser dicht ne der doppelten Grösse und darüber. Alle haben das eigenthü Aussehen der Zellsubstanz, wie es die Nervenkörper der G Centralorgane auszeichnet, meist ohne gelbe Pigmentirung, [4] sonst öfter bei Nervenzellen gefunden wird, und enthalte grossen homogen durchsichtigen Kern und immer das auffalle körperchen, welches Ganglienzellen aller Orten besitzen, in hie und da wieder ein kleines Bläschen oder Körnchen gefund der Schwierigkeit, die Zellen wohl erhalten zu isoliren, liegt

war ein besonderer, schwer zu treffender Macerationszustand der Retina nöthig zu sein, um vollkommene derartige Isolirungen zu Stande zu bringen, wenigstens erklärt sich nur so der eigenthümliche Umstand, dass die besterhaltenen Fortsätze von Ganglienzellen der Retina, welche bisher zur Beobachtung gekommen sind, aus der Retina eines Elephanten stammen, dessen Augen erst 7 Tage nach dem Tode aus dem Cadaver genommen wurden.[1]

Man kann die Ganglienzellen mit Fortsätzen im ganz frischen Zustande der Netzhaut sehen, wenn man Theile aus der Gegend der Ora serrata mit der inneren vom Glaskörper befreiten Fläche nach oben in Serum zur Beobachtung ausbreitet. Zwischen den sich mannigfach kreuzenden zerstreuten Nervenfaserbündeln gewahrt man ganz oberflächlich unter der Limitans interna, in einer Ebene mit den Blutgefässcapillaren, zahlreiche Ganglienzellen, welche bei vorsichtiger Behandlung, ohne sich durch Gerinnung zu trüben, unter dem Deckgläschen bei allmählich zunehmendem Druck mit ihren Fortsätzen immer deutlicher werden und sich zur Beobachtung mit den stärksten Vergrösserungen eignen. Solche so zu sagen noch lebendige Ganglienzellen (Fig. 3 *A*) sind von ausserordentlicher Durchsichtigkeit, da sie in ihrer Zellsubstanz nur sehr kleine Körnchen enthalten, vielmehr wesentlich aus einer fast hyalinen Masse bestehen, in welcher der vollkommen hyaline Kern mit dem glänzenden, häufig fein zackigen Kernkörperchen eingebettet liegt. Ganz verschieden, weil grobkörnig und fast undurchsichtig sind die bereits abgestorbenen, durch Gerinnung veränderten Ganglienzellen, welche an solchen Präparaten an den Schnitträndern, oder wo sonst Verletzungen stattgefunden haben, immer ebenfalls zu finden sind. Eine nähere Untersuchung ersterer mit starken Vergrösserungen lehrt, dass die feinen Körnchen der Zellsubstanz zum Theil in Reihen liegen und in parallelen Zügen gruppirt sind, während die nicht körnige Zellsubstanz in feine Faserzüge differenzirt erscheint. Das Verhältniss ist ganz ähnlich demjenigen, wie ich es zuerst von den Ganglienzellen des Hirns und Rückenmarkes beschrieben habe.[2] Die Zellsubstanz ist wahrscheinlich fibrillär und enthält nebenbei eine interfibrilläre körnige Substanz, aber die Durchsichtigkeit der Zellen der Retina im Leben ist so gross und die Fibrillen sind so fein, dass das Bild an Klarheit hinter dem zurücksteht, welches z. B. die Zellen des Rückenmarkes liefern. Die Fibrillen zunächst um den Kern besitzen eine annähernd concentrische Anordnung, an der Peripherie gehen sie dagegen in die von den Ganglienzellen entspringenden Fortsätze über. Solche Fortsätze lassen sich an frischen Präparaten oft zu mehreren und von ansehnlicher Dicke, mit nachträglichen Verästelungen verfolgen. Verläuft ein Fortsatz unverästelt und gestreckt, so ist er von den Opticusfasern in der Lichtbrechung und feineren Bildung nicht zu unterscheiden, da letztere, wie oben erwähnt, die fibrilläre Structur ebenfalls be-

1) CORTI, Z. f. w. Z. Bd. V. 1854. p. 90. Taf. V.
2) Dieses Handbuch, p. 130.

sitzen. Mit Hülfe von Reagentien lässt sich diese äusserst zarte, faserige Structur der Ganglienzellensubstanz nicht deutlicher machen, vielmehr schwindet sie mit dem Auftreten körniger Gerinnungen. Selbst Jodserum und Osmiumsäure sind der Durchsichtigkeit der Zellen verderblich.



Fig. 346. *A.* Ganglienzellen aus der frischen Netzhaut des Rindes aus der Nähe der Ora serrata in situ; *a* Nervenfaserfortsatz in ein Bündel von Opticusfasern übertretend, *bb* Fortsätze, welche sich in der granulirten Schicht verlieren; *c* kleine Ganglienzelle, wie solche sehr zahlreich neben den grossen vorkommen. *B.* Ganglienzellen des gelben Fleckes vom Menschen; *a* centrale, *b* peripherische Fortsätze derselben. Vergr. 500.

Natürlich sind Flächenansichten überlebender Netzhäute nicht geeignet, über die Zahl der Fortsätze der Ganglienzellen ein sicheres Urtheil zu gewinnen. An vielen Zellen bemerkt man gar keine Fortsätze, weil erstere gedrängt an einander oder von Fasern der Opticusschichten bedeckt liegen. Isolirungen und Schnittpräparate, soweit dieselben bisher zum Studium der Ganglienzellen benutzt worden sind, haben ergeben, dass die Zahl der Fortsätze der Ganglienzellen wie in den Centralorganen vielfach variirt. Zellen mit vielen Fortsätzen sind mit Vorliebe abgebildet worden, es kommen aber auch viele Zellen mit nur zwei Fortsätzen vor, wie am gelben Fleck (Fig. 346 *B*). Auch unipolare sind beschrieben worden.

CORTI hat schon 1850 die Gleichheit des Aussehens einzelner der Ganglienzellenfortsätze mit Fasern der Opticusschicht betont[1]) und namentlich auf Grund der in gleicher Weise beiden zukommenden oben geschilderten spindelförmigen Varicositäten auf einen directen Uebergang von Opticusfasern in Ganglienzellen geschlossen. Die Uebereinstimmung im Verhalten einzelner Ganglienzellenausläufer und der Nervenfasern der Netzhaut ist dann von

1) MÜLLER's Archiv 1850. p. 273, Taf. VI.

Remak, Hannover, H. Müller, Kölliker und vielen Anderen hervorgehoben worden. Die Zellen liegen der Schicht der Nervenfasern unmittelbar an, zum Theil zwischen die Bündel der letzteren eingelagert, einzelne auf längere Strecken verfolgbare Zellenausläufer stimmen in allen controlirbaren Beziehungen mit den Fasern der Opticusschicht überein: unter diesen Umständen ist an dem directen Uebergang der Fasern in die Zellen nicht zu zweifeln. Eine andere Frage ist die, ob alle Opticusfasern, bevor sie in die äusseren Schichten der Netzhaut gelangen, mit Ganglienzellen in Verbindung treten. Es wäre möglich, dass ein Theil der Verschiedenheiten in der Function der Opticusfasern, welche der Physiologe anzunehmen genöthigt ist, Hand in Hand ginge mit vorhandener oder mangelnder Verbindung der Fasern mit Ganglienzellen. Hierüber ist eine Entscheidung zur Zeit nicht zu geben.

Nach einer von Manz angegebenen Methode [1]) lässt sich an Alkoholpräparaten die Opticusschicht der Retina des Frosches so abheben, dass ihr die Ganglienzellen folgen, [2]) wobei der Zusammenhang der letzteren mit den Opticusfasern auf das deutlichste zur Beobachtung gelangen soll. Die Zellen erscheinen dann meist unipolar. Manz nimmt jedoch an, dass die auf andere Weise an diesen Zellen nachweisbaren mehrfachen, wahrscheinlich peripherisch verlaufenden Fortsätze bei jener Behandlungsweise abgerissen seien. So wissen wir denn von denjenigen Ausläufern der Ganglienzellen der Retina, welche nicht in der Opticusschicht verschwinden, nur, dass ein Theil die Richtung gegen die granulirte Schicht annimmt. Anastomosen der Zellen unter einander vermittelt durch dickere Zellenausläufer hat z. B. Corti vom Elephanten abgebildet. Es steht dahin, ob solche später nicht wieder beobachtete Verbindungen zu den regelmässigen Vorkommnissen zu rechnen sind.

Wie bei der Opticusschicht bilden auch zwischen den Ganglienzellen die radiären Stützfasern ein Gerüst, wie es weiter unten beschrieben ist.

Durchschneidung des N. opticus bei Thieren hat nach W. Krause eine fettige Entartung der Ganglienzellen zur Folge. [3]) An Augen Erblindeter, an denen die anatomische Untersuchung einen Schwund der Nervenfasern der Opticusschicht nachwies, hat sich gewöhnlich auch eine Atrophie oder ein vollständiges Fehlen der Ganglienzellen herausgestellt, so namentlich in Folge der Vermehrung des intraocularen Druckes bei Glaukom.

Die innere granulirte (moleculäre) Schicht der Retina verdankt ihr Aussehen einer Mischung des von den später zu beschreibenden radiären Stützfasern ausgehenden sehr fein geflochtenen Netzwerkes der spongiösen

---

1) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. 1866, p. 231.

2) H. Müller, Zeitschr. f. w. Z. Bd. VIII, p. 21 sagt schon von der Retina der Fische: »wenn man die Nervenfaserschicht von den Innenflächen der Retina mit der Pincette abzieht, folgt leicht ein Theil der Zellen mit.«

3) Membr. fenestr. p. 38.

Bindesubstanz mit verschwindend dünnen Nervenfäserchen. Die letzteren stellen, wie Pacini [1]) und Remak [2]) zuerst hervorgehoben haben, einen wesentlichen Bestandtheil dieser Schicht dar. Dieselben lassen sich an passend macerirten Netzhäuten auf kurze Strecken als ausserordentlich feine, mit deutlichen spindelförmigen Varicositäten versehene, sonst glatte Fasern isoliren und verlaufen vielfach geschlungen. Deutlicher zu verfolgen sind die dickeren und verästelten Ganglienzellenausläufer, welche in diese Schicht hineinragen oder derselben von ihrem ersten Ursprunge aus der Zelle an schon angehören. Doch ist über deren endliches Schicksal nur wenig bekannt. Während ein Theil derselben in unmessbar feine Fibrillen übergeht, welche erst nach mancherlei Umwegen die äusseren Schichten der Netzhaut erreichen dürften, scheint ein anderer Theil, zumal am gelben Fleck, in Form dickerer Fasern in die innere Körnerschicht zu gelangen. Derartige Angaben liegen unter Andern von H. Müller [3]) und Kölliker, [4]) Gerlach, [5]) Manz [6]) und Merkel [7]) vor. Wegen der minder resistenten Bindesubstanz scheint der gelbe Fleck die geeignetste Stelle der menschlichen Netzhaut zu sein, das Schicksal der in der granulirten Schicht verlaufenden Nervenfasern zu verfolgen. Da aber hier die Ganglienzellen fast alle bipolar sind, an anderen Stellen dagegen multipolar, so fragt es sich, ob nicht grosse Verschiedenheiten auch im Verlauf der Ausläufer vorkommen. Im Allgemeinen herrschen über die Natur dieser granulirten Schicht dieselben Meinungsverschiedenheiten wie über die der grauen granulirten Substanz der Hirnrinde. [8]) Namentlich ist zweifelhaft, ob hier neben den feinen und feinsten Nervenfasern und den Fasern und Netzen der Bindesubstanz noch eine gewisse Menge feiner Körnchen unbekannter Natur vorhanden sei, wie es den Anschein hat, oder ob Nervenfibrillen und spongiöse Bindesubstanz in ihrer eigenthümlichen Anordnung ausreichen, das feinkörnige Ansehen zu erzeugen.

Bezüglich des Verlaufes und endlichen Schicksales der Ausläufer der Ganglienzellen und feinen Nervenfasern dieser Schicht müssen wir die Unmöglichkeit eingestehen auf Grund der vorliegenden Untersuchungen, den gelben Fleck vielleicht ausgenommen, irgend etwas Bestimmtes auszusagen. Die innere granulirte Schicht unterbricht unsere Kenntniss des Verlaufes der Nervenfasern, welche sich in den äusseren Schichten der Netzhaut wiederfinden. Die Dicke der inneren granulirten Schicht beim Menschen schwankt nach H. Müller zwischen 0,03—0,04 Mill.

1) Nuove ricerche sulla tessitura intima della retina. Bologna 1844.
2) Medicinische Centralzeitung 1854. No. 1.
3) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 61.
4) Icones physiolog. Taf. XIX, Fig. 12 λ.
5) Gewebelehre, 2. Aufl. p. 498, Fig. 220.
6) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII, p. 237.
7) Macula lutea, p. 11, Fig. 9.
8) Vergl. unter Andern H. Müller, Z. f. w. Z. Bd. VIII. p. 115. Henle und Merkel, Z. f. rat. Med. Bd. XXXIV, 1869, p. 49.

Eine noch nicht hinreichend erklärte Ursache haben die auf Querschnitten der Netzhaut bei vielen Thieren in der granulirten Schicht sichtbaren dunkleren Streifen, welche der Oberfläche parallel laufen und auf eine mit den Augenhäuten concentrische Schichtung der granulirten Substanz deuten. G. WAGENER giebt an, 8 solcher Schichten gezählt zu haben. [1]) Einen Antheil an dieser Bildung hat jedenfalls das spongiöse Bindegewebe, welches an den dunkleren Bändern engere Maschen bildet, wie meine Untersuchungen an der Netzhaut der Rochen ergeben haben. [2])

Die Schicht der inneren Körner, welche der granulirten nach aussen folgt, enthält, wie schon VINTSCHGAU [3]) und H. MÜLLER bekannt war, zwei verschiedene Arten von zelligen Elementen, welche mit zwei verschiedenen Arten von Fasern wesentlich radiären Verlaufes in Verbindung stehen. Neben den radiären Stützfasern, welche in dieser Schicht einen bedeutenden Raum einnehmen und durch zahlreiche Brücken und intercalirte Netze unter einander zusammen hängen, kommen zahlreiche, ebenfalls radiäre Nervenfasern vor, deren Verlauf nur in einigen wenigen Fällen von dem der Stützfasern abweichend schief zur Oberfläche der Netzhaut gerichtet ist. [4]) Dieselben besitzen durchaus das Ansehen und die Vergänglichkeit der Fasern der Opticusschicht und sind durch ihre spindelförmigen Varicositäten und glatte Oberfläche im Gegensatz zu den rauhen, feinzackigen Stützfasern kenntlich. In beide Arten von Fasern sind kernhaltige Stellen eingebettet, und diese stellen die sogenannten inneren Körner dar. Die der Stützfasern, welche an Zahl gegen die anderen sehr zurücktreten, werden weiter unten ihre Beschreibung finden, diejenigen, welche sich in den Verlauf der nervösen Radialfasern einschalten und bei der grossen Menge dieser letzteren mehrere über einander geschichtete Lagen bilden müssen, sind kleinen bipolaren Ganglienzellen vergleichbar. Aber die Menge ihrer sehr fein granulirten Zellsubstanz ist gering, der Kern also relativ grösser als bei den eigentlichen Ganglienzellen, das Kernkörperchen tritt deutlich sichtbar in dem homogenen Kern hervor, ist aber wieder im Verhältniss kleiner als bei den echten Ganglienzellen. Von den beiden Fortsätzen, welche die inneren Körner besitzen, und welche die nervösen Radialfasern darstellen, pflegt der peripherisch gerichtete, wie MERKEL [5]) von der Gegend der Macula lutea beschreibt, dicker zu sein, als der centrale. Auch bei Thieren scheinen meist nur zwei Fortsätze an den inneren Körnern vorzukommen, [6]) aber eine gute Isolirung derselben gehört zu den selteneren Zufällen, so dass wir von einer genaueren Kenntniss der nervösen inneren

1) Sitzungsber. der Marburger naturf. Ges. Juli 1868, No. 5, p. 47.

2) De ret. str. pen. Fig. 5.

3) Ricerche sulla strutura micr. d. Retina dell' uomo, degli animali vertebrati e d. Cephalopodi. Sitzungsber. der Wiener Acad. d. Wissensch. Bd. XI, 1853, Fig. 1, 5, 6, 9.

4) Bei Falco buteo. M. SCHULTZE, A. f. m. A. Bd. II, p. 262 und nach HULKE am gelben Fleck des Menschen. Phil. trans. 1868. p. 112.

5) l. c. p. 11.

6) M. SCHULTZE, A. f. m. A. Taf. XIV, Fig. 9 *b* von der Katze. HASSE l. c. p. 257.

Körner und ihrer Fortsätze in verschiedenen Gegenden der Netzhaut des Menschen und der Thiere noch weit entfernt sind. Einige Forscher, wie RITTER,[1]) haben mehr als zwei Fortsätze beschrieben. Grössenunterschiede der inneren Körner kommen vor. H. MÜLLER giebt an, dass beim Menschen wie bei Wirbelthieren überhaupt die innerste Lage manchmal etwas grössere Körner enthalte. W. KRAUSE unterscheidet neben diesen beiden und den Kernen der Stützfasern noch eine vierte Art innerer Körner,[2]) welche die äusserste Lage bilden und in die äussere granulirte Schicht (Membrana fenestrata W. KRAUSE) hineinragen. Diese sollen unipolar und ohne Zusammenhang mit den äusseren Schichten der Netzhaut sein,[3]) und die Endorgane der Opticusfasern darstellen.

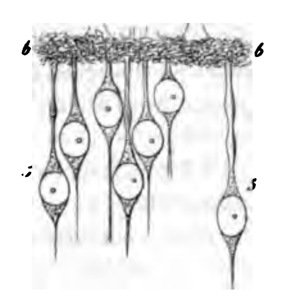


Fig. 347. Innere Körner der Retina des Menschen. Vergr. 800.

Etwas Anderes ist es mit den bei einigen Thieren, namentlich Fischen in die innere Körnerschicht hineinragenden Zellen, welche sich zu der von mir sogenannten gefensterten Zwischenkörnerschicht »stratum intergranulosum fenestratum« verbinden.[4]) Wir betrachten dieselbe als eine besondere Entwickelung der Bindesubstanz in der folgenden Schicht.

Die Dicke der inneren Körnerschicht beträgt beim Menschen nach H. MÜLLER 0,03—0,04 Mill., nimmt gegen die Ora serrata, wo höchstens 3 Reihen Körner über einander liegen, bis auf 0,02 Mill. ab, wächst aber am gelben Fleck bis auf 0,06 Mill.

Die Schicht der inneren Körner wird von der der äusseren Körner durch eine Zwischenkörnerschicht geschieden, eine dünne Lage fein netzförmig gestrickter, einzelne Kerne und glatte Zellen einschliessender Substanz, in welcher auch gröbere Faserzüge der Fläche der Retina parallel liegen und schichtenweise abhebbare dünne Platten darstellen können. Beim Menschen und den höheren Wirbelthieren stellt sich diese Schicht auf Querschnitten der Netzhaut als eine fein punctirte, körnige Lage dar, welche in ihrem Aussehen die grösste Aehnlichkeit mit der inneren granulirten Schicht darbietet, wenn sie auch viel dünner ist. HENLE gab ihr desshalb den Namen äussere granulirte Schicht, welchen wir, um der Verwechselung mit H. MÜLLER's Zwischenkörnerschicht vorzubeugen, wie bereits oben p. 978 angeführt wurde, adoptiren wollen. Neuerdings hat W. KRAUSE den Namen Membrana fenestrata für dieselbe in Anwendung gebracht.

Die äussere granulirte Schicht besteht in ihrer einfachsten Form, wie sie sich beim Menschen und bei den Säugethieren findet, aus einer dünnen Lage

1) Wallfischauge, p. 37.
2) Membr. fenestr. p. 42.
3) Vergl. W. KRAUSE's Schema l. c. Taf. II, Fig. 21 *gri*.
4) De ret. str. 1859, p. 13.

granulirter Substanz, welche in der ganzen Retina eine ziemlich gleiche Dicke, beim Menschen von etwa 10 Mik. darbietet. In der feingestrickten Grundlage von Bindesubstanz sind eingebettet ausserordentlich feine Fäserchen, welche schief oder der Fläche der Retina parallel und auf längere Strecken unverästelt verlaufen und wegen der an ihnen vorkommenden bekannten feinen spindelförmigen Varicositäten und ihrer übrigens glatten Oberfläche wie die ähnlichen der inneren granulirten Schicht als Nervenfasern anzusehen sind. Diese Fäserchen entwickeln sich zum Theil aus den peripherischen Fortsätzen der inneren Körner, anderen Theiles aus den Stäbchen und Zapfenfasern. Einzelne eingebettete Kerne sind in dieser Schicht allgemein verbreitet, gehören aber wahrscheinlich alle zur Bindesubstanz, welche an dieser Stelle bei verschiedenen Thieren mannigfache Modificationen darbietet, von denen unten näher die Rede sein wird. Von den nervösen Fasern derselben wissen wir nicht mehr als von denen der inneren granulirten Schicht. Die Richtung ihres Verlaufes weicht von der radiären ab, und wenn auch vereinzelten Beobachtungen zufolge direct hindurchtretende Fasern vorkommen sollen,[1] scheint die grosse Mehrzahl ein feines in der Ebene der Netzhaut liegendes Flechtwerk darzustellen, so fein und complicirt, wie es nur die graue Substanz der Centralorgane darbietet.

In der äusseren granulirten Schicht wurzeln mit ihren innern Enden die Stäbchen- und Zapfenfasern, welche einen wesentlichen Bestandtheil der äusseren Körnerschicht bilden. Alle sogenannten äusseren Körner stellen kernhaltige Anschwellungen jener Fasern dar. Die Schicht der Stäbchen und Zapfen selbst schliesst sich nach aussen unmittelbar an die der äusseren Körner an, durch die genannten Fasern mit letzteren in continuirlichem Zusammenhange. Eine scharfe Grenzlinie, welche an Querschnitten der Netzhaut die äusseren Körner von den Stäbchen und Zapfen trennt, ist auf die äussere Grenzmembran zu beziehen.

An den meisten Stellen der menschlichen Netzhaut und fast durchweg bei Thieren ist der Zwischenraum zwischen Limitans externa und äusserer granulirter Schicht nicht grösser, als für die Orientirung der äusseren Körner, je ein Kern für jedes Stäbchen und jeden Zapfen, und die dazu gehörigen Fasern nothwendig ist, die geringe Menge von Bindesubstanz nicht gerechnet, welche ausserdem noch in dieser Schicht vorkommt. In diesem, dem bei weitem häufigsten Falle, stellt die äussere granulirte Schicht eine wahre Zwischenkörnerschicht dar. Im Hintergrunde des Auges, zumal in der Gegend der Macula lutea des Menschen wird aber der Zwischenraum zwischen Limitans externa und äusserer granulirter Schicht viel ansehnlicher. Statt dass nun aber die äusseren Körner aus einander rücken, beharren sie in ihrer Lage zur Limitans externa, dicht gedrängt eine mehrfache Schicht bildend, und es entsteht nach innen ein körnerloser, freier Raum, welcher wesentlich von den

---

1) Hasse, Z. f. rat. Med. Bd. XXIX, p. 255.

der äusseren granulirten Schicht zustrebenden Stäbchen- und Zapfenfasern eingenommen ist. Insofern der ganze Raum zwischen Limitans externa und äusserer granulirter Schicht »äussere Körnerschicht« genannt wird, entsteht hier eine körnerlose, innere Abtheilung der äusseren Körnerschicht, welche Henle die äussere Faserschicht genannt hat. Hierbei ist nur zu bemerken, dass Stäbchen- und Zapfenfasern überall in der äusseren Körnerschicht existiren, also auch da, wo der Name eine besondere Schicht derselben als äussere Faserschicht nicht unterscheidet.

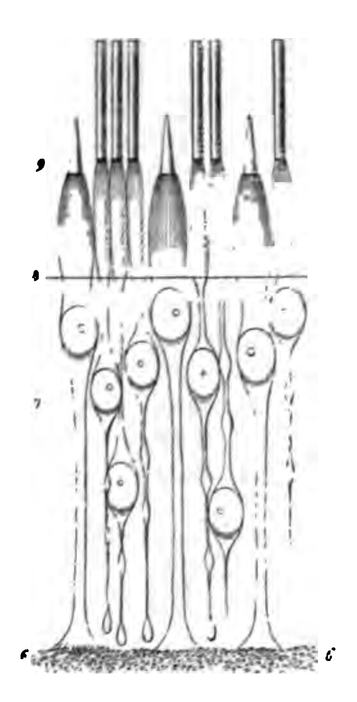


Fig. 348. Vom Hintergrunde der menschlichen Netzhaut. 6 äussere granulirte Schicht; 7 äussere Körnerschicht; 8 Limitans externa; 9 Stäbchen und Zapfen, deren Aussenglieder von den Innencylindern scharf abgesetzt sind. Vergr. 800. Die Stützfasern der Bindesubstanz sind aus der Zeichnung fortgelassen.

Wie beistehende Figur zeigt, sind die Zapfenfasern dicker als die Stäbchenfasern. Beide sind blass, von glatter Oberfläche, und namentlich die dünnen Stäbchenfasern sehr vergänglich. Ihr Schwinden in dünnen Lösungen von Chromsäure oder Ueberosmiumsäure geht mit vorherigem Auftreten von Varicositäten Hand in Hand, welche, je dünner die Lösung, um so grösser werden und endlich unter allgemeinem Aufquellen zum Schwund der Faser führen. Diese Erscheinungen stimmen vollständig überein mit denjenigen, welche wir an den Nervenfasern der Netzhaut beobachten. Auch die dickeren und etwas resistenteren Zapfenfasern gehen gleiche Metamorphosen ein, wie die Stäbchenfasern. Dies lässt sich um so deutlicher beobachten, je länger die Zapfenfasern sind, also am besten an der Macula lutea. Mässig erhärtet stellen sie blasse, auf der Oberfläche durchaus glatte, im Verlaufe nie verästelte oder anastomosirende oder in spongiöse Netze übergehende Fasern dar und unterscheiden sich dadurch scharf von den radialen Stützfasern und der auch sie einhüllenden Bindesubstanz. In Flüssigkeiten, welche starke Varicositäten der Opticusfasern erzeugen, treten meistens ebenfalls deutliche Varicositäten an den Zapfenfasern auf, welche zu endlicher Quellung und Auflösung der ganzen Faser führen (Fig. 349). Endlich gleichen sie auch darin vollständig den dickeren Fasern der Opticusschicht, dass sie bei starken Vergrösserungen das Ansehen einer feinen Längsstrichelung und demgemäss eine Andeutung der Zusammensetzung aus feinen Fibrillen besitzen, wie wir sie für alle dickeren Axencylinder für charakteristisch halten (Fig. 350).

An der äusseren granulirten Schicht gehen die Zapfenfasern ein eigen-

thümliches Verhalten ein. Eine jede erhält an der äusseren Grenze der genannten Schicht eine kegelförmige, dreieckig aussehende Anschwellung (Fig. 348, 6 6), über welche hinaus die Faser als Ganzes nicht weiter verfolgt werden kann. [1])



Fig. 349. Zapfen und Zapfenfaser, letztere mit Varicositäten versehen, vom Umkreis des gelben Fleckes der menschlichen Netzhaut. Vergr. 500.

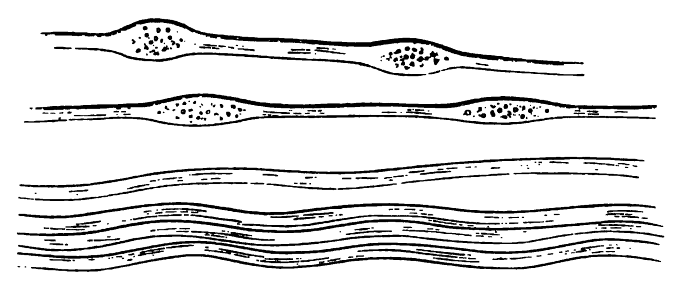


Fig. 350. Zapfenfasern mit und ohne Varicositäten aus der inneren Abtheilung der äusseren Körnerschicht der Macula lutea des Menschen. Vergr. 1000.

Dieselbe liegt eingebettet in der Substanz der äusseren granulirten Schicht, in welcher sie festgehalten wird, so dass es den Anschein gewährt, als gingen beide in einander über. An isolirten Zapfenfaserkegeln hängen zudem meist Fetzen der granulirten Substanz fest an und vervollständigen das Bild der Continuität. In der That löst sich der gedachte Kegel hier in feine Fäserchen auf, aber dieselben sind verschieden von denen des Netzwerkes. An glücklich gelungenen Macerationspräparaten in Jodserum von der menschlichen Netzhaut sehe ich die kegelförmige Anschwellung in einen Büschel zahlreicher, äusserst feiner Fibrillen zerfallen, welche sich nicht netzförmig unter einander verbinden. [2]) Vergleicht man mit diesem Bilde das des gleichfalls in Jodserum erhärteten und isolirten Netzwerkes der äusseren granulirten Schicht, so fällt der Unterschied beider Faserarten deutlich auf. Dieser wird weiterhin befestigt einmal durch den leicht zu führenden Nachweis des continuirlichen Zusammenhanges des Netzwerkes mit den radiären Stützfasern, anderen Falles durch die mannigfachen Verschiedenheiten im Aussehen zwischen letzteren und den Zapfenfasern, namentlich durch die Neigung zur Varicositätenbildung, welche letztere auszeichnet und den Nervenfasern an die Seite stellt, dagegen den radiären Stützfasern ganz fehlt, deren eigenthümlich rauhe Oberfläche wiederum für sie charakteristisch ist. Bei dieser Sachlage kann das Verhalten

1) H. Müller, Z. f. w. Z. Bd. VIII. Taf. I, Fig. 1 und 8. Henle, Eingeweidelehre, p. 650. M. Schultze, Archiv f. m. A. Bd. II. Taf. X und XI.

2) Hasse (Z. f. rat. Med. Bd. XXIX, p. 252) glaubte, dass dieser Fibrillen immer nur drei aus einem Kegel hervorgehen, während Merkel (l. c. p. 7), wenigstens für die Macula lutea, eine Zweitheilung für das Normale hält.

der Zapfenfaserkegel zu der äusseren granulirten Schicht nicht, wie W. Krause annimmt,[1] einen Gegenbeweis gegen die nervöse Natur der Zapfenfasern abgeben.

Was nun die Stäbchenfasern betrifft, so sind auch diese nur bis an oder in die äussere granulirte Schicht zu verfolgen. Unsere Erfahrungen über die Art der Endigung sind aber noch unvollständiger als die über die Zapfenfasern. Die grosse Feinheit und Vergänglichkeit zumal der inneren Hälfte der Stäbchenfasern bei Säugethieren und Mensch lässt nur ausnahmsweise eine Erhaltung derselben in ihrer ganzen Länge bis zur äusseren granulirten Schicht zu. Sehr oft und namentlich dann, wenn im Verlaufe der Stäbchenfaser viele und ansehnliche Varicositäten aufgetreten sind, schliesst dieselbe dicht über der äusseren granulirten Schicht mit einer grösseren keulenförmigen Anschwellung ab.[2] Es macht dieselbe den Eindruck einer Wiederholung des Zapfenfaserkegels im Kleinen, ohne dass ich jedoch einen Zerfall der Stäbchenfaser in feinere Fibrillen, wie dies für den Zapfenfaserkegel charakteristisch ist, hätte wahrnehmen können. Aber bei Fischen[3] und mehr noch bei Vögeln und Amphibien[4] bleibt hierüber kein Zweifel. Bei diesen zuletzt genannten Thieren ist die äussere Körnerschicht meist nur aus zwei Lagen von Körnern gebildet, welche durch nur sehr kurze Fasern mit der äusseren granulirten Schicht in Verbindung stehen. Stäbchen- und Zapfenkörner und die dazu gehörenden Fasern sind hier wenig unterschieden und lösen sich in gleicher Weise an der äusseren granulirten Schicht in feine Fasern auf. Bei Fischen, wo der Unterschied in der Dicke der längeren Stäbchen- und Zapfenfasern wieder sehr deutlich hervortritt, ist doch die kegelförmige Anschwellung auch an den Stäbchenfasern derjenigen der Zapfen sehr ähnlich. Kurz, es spricht Alles dafür, dass zwischen Stäbchen- und Zapfenfasern ein anderer wesentlicher Unterschied als in der Dicke nicht besteht, und dass auch die Stäbchenfaser wahrscheinlich immer an der äusseren granulirten Schicht in eine Anzahl Fibrillen zerfällt, dass also auch sie wie die Zapfenfaser ein Fibrillenbündel darstellt. Bei Säugethieren und beim Menschen ist die Stäbchenfaser zwar sehr fein, übertrifft aber immer noch die Dicke der feinsten Opticusfibrillen um ein Mehrfaches, zumal der äussere peripherische, der Limitans externa zugewandte Theil, welcher den inneren, centralen, vom äusseren Korn der äusseren granulirten Schicht zustrebenden Theil an Dicke stets erheblich überragt.

Stäbchen- wie Zapfenfasern stehen eine jede mit einem sogenannten »äusseren Korn« in Verbindung, d. h. jede dieser Fasern besitzt an irgend einer Stelle ihres Verlaufes eine Anschwellung, in welcher ein Kern eingebettet liegt, und diese Stelle wird Stäbchen- oder Zapfenkorn genannt (vergl. Fig. 347).

1) Membr. fenestr.
2) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Taf. X, Fig. 1. Hasse, l. c. p. 248.
3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Taf. XI, Fig. 8 und 9.
4) Ebenda, Fig. 18 und 19.

Sind die betreffenden Fasern Nervenfasern, so sind also die Körner kleinen bipolaren Nerven- oder Ganglienzellen vergleichbar. Die Menge der Zellsubstanz ist aber sehr gering, doch etwas reichlicher bei den stets grösseren Körnern der Zapfen, als bei denen der Stäbchen. Der Kern füllt das Korn fast ganz aus, ist hyalin und enthält ein glänzendes Kernkörperchen, grösser im Korn der Zapfen als in dem der Stäbchen. Die Stäbchenkörner sind, mit Ausnahme des gelben Fleckes, viel zahlreicher als die der Zapfen, und in mehrere Schichten über einander gelagert, bis zur Berührung einander genähert. Die Zapfenkörner liegen dicht unter der Membrana limitans externa, wenn nicht, wie in der Macula lutea die Zapfen so gehäuft stehen, dass die zu ihnen gehörigen Körner sich in mehrere Lagen über einander schichten müssen. [1]) So kommt es, dass die Zapfenfasern für gewöhnlich nicht eigentlich durch das Zapfenkorn unterbrochen werden, sondern erst aus diesem entspringen. Denn an das Zapfenkorn nach aussen schliesst sich meistens gleich der Zapfen selbst an, während bei den Stäbchenkörnern, da sie nicht unmittelbar unter der Limitans externa liegen, die Verbindung mit den Stäbchen nach aussen hin durch einen Theil der Stäbchenfaser vermittelt wird, von gleicher Beschaffenheit, nur etwas dicker, wie der Theil, welcher der äusseren granulirten Schicht zustrebt. Diese letztere innere Abtheilung der Stäbchenfaser wird selbstverständlich bis auf ein Minimum verkürzt bei gleichzeitiger Verlängerung des äusseren Theiles bei denjenigen Stäbchenkörnern, welche sich der äusseren granulirten Schicht dicht anschliessen.

Die Stäbchen- und Zapfenkörner sind im Leben vollkommen durchsichtig, die Unterschiede der Lichtbrechung zwischen Zellsubstanz, Kern und Kernkörperchen sind verschwindend gering, körnige Trübungen werden in ihnen erst nach dem Tode sichtbar in Folge selbständiger Gerinnung oder unter dem Einfluss von Reagentien. Ebenso scheint das von Henle [2]) beschriebene Auftreten von Querstreifen oder Bändern in den Stäbchenkörnern, welches bei Mensch und Säugethieren früher oder später nach dem Tode bemerkt werden kann und durch verdünnte Säuren am deutlichsten hervorzurufen ist, [3]) eine Leichenerscheinung zu sein, beruhend auf einer Theilung des Kernes oder des Kerninhaltes. [4])

Sind die äusseren Körner eine eigenthümliche Form von Nervenzellen, eingeschaltet in den Verlauf der nervösen Stäbchen- und Zapfenfasern, so

1) Ausnahmsweise wird auch an mehr peripherischen Stellen der Netzhaut der Weg vom Zapfen zum Zapfenkorn länger. Dies peripherische Stück Zapfenfaser ist dann immer dicker als das centrale, der granulirten Schicht zustrebende. Vergl. unten Fig. 355.

2) Göttinger Nachrichten, Mai und November 1864, Nr. 7.

3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 219; nach W. Krause, Membr. fen. p. 32 auch an den Zapfenkörnern zu beobachten.

4) W. Krause, Anat. d. Kaninchens, p. 129. Vergl. über die noch unaufgeklärte Erscheinung der Querstreifen auch Ritter im Graefe's Archiv. Bd. XI, Abth. 1, p. 89. G. Wagener (Sitzungsber. d. naturwissensch. Ges. zu Marburg, 1868, No. 5) bemerkt von der Querstreifung, dass sich dieselbe an frischen Präparaten bei Anwendung starker Vergrösserungen weniger scharf abgegrenzt zeige, als bei schwächerer Vergrösserung.

werden nunmehr die Stäbchen und Zapfen selbst zu den nervösen End-organen des Sehnerven. Der anatomische Zusammenhang ist in soweit ein vollkommen klarer, als über der Membrana limitans externa aus jedem Zapfen-korn unmittelbar ein flaschenförmiger Zapfen, aus jeder Stäbchenfaser unter Verbreiterung derselben, oder wenn das Stäbchenkorn unmittelbar unter der Limitans externa liegt, direct aus diesem ein Stäbchen hervorgeht. Die Schicht der Stäbchen und Zapfen bedeckt gleich einem Wald dichtstehender Pallisaden die äussere Fläche der äusseren Körnerschicht und schliesst die Retina als Nervenhaut ab. In ihnen wird die Umwandlung von Licht-bewegung in Nervenbewegung stattfinden müssen, welche dem Sehacte in letzter Instanz zu Grunde liegt.

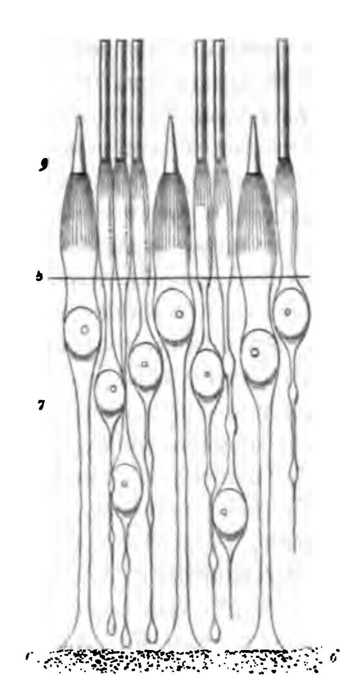


Fig. 351. Vom Hintergrunde der menschlichen Netzhaut. 6 äussere granulirte Schicht; 7 äussere Körnerschicht; 8 Limitans externa, 9 Stäbchen und Zapfen, deren Aussenglieder von den Innengliedern scharf abgesetzt sind. Vergr. 800. Die Stützfasern aus Bindesubstanz sind aus der Zeichnung fortgelassen.

Die Stäbchen sind cylindrisch, beim Menschen im Hintergrunde des Auges 50 bis 60 Mik. lang und 2 Mik. dick, nach vorn gegen die Ora serrata hin etwas kürzer bei gleicher Dicke. Dieselben stehen dicht neben einander, so dass nicht viel mehr Zwischenraum zwischen ihnen bleibt, als durch die cylindrische Form bedingt ist. Aber in regelmässigen Abständen, welche sich nur an der Macula lutea und der Ora serrata ändern, befinden sich beim Menschen zwischen den Stäbchen die flaschenförmigen Zapfen. Die Entfernung der letzteren von einander beträgt im Durchschnitt 8—10 Mik., welche von 3 bis 4 Stäbchen in gerader Linie zwischen zwei Zapfen eingenommen ist. Die Dicke der Zapfen, die der Macula lutea ausgenommen, beträgt an der Basis durchschnittlich 6 bis 7 Mik. Nach aussen verschmälern sich dieselben nach Art einer Weinflasche, nicht selten oberhalb der Basis zunächst ein wenig verdickt, und gehen in eine conische Spitze über, deren Ende vor das Ende der Stäbchen fällt, so dass die Zapfen kürzer als die nebenliegenden Stäbchen sind. Wie die Stäbchen verkürzen sich auch die Zapfen nach der Ora serrata hin, und nehmen dabei an Dicke eher zu als ab.

An beiderlei Gebilden sind zwei wesentlich verschiedene Abtheilungen zu unterscheiden, welche W. Krause[1]) Aussenglied und Innenglied genannt

[1] Göttinger Nachrichten. 1861, No. 2. Zeitschr. f. rat. Med. 1861. Bd. XI. p. 175.

hat. Der Unterschied ist am auffallendsten und am längsten bekannt bei den Zapfen, an denen die durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnete conische Spitze bereits von H. Müller mit dem besonderen Namen des Zapfenstäbchens belegt wurde. An den Stäbchen ist das Verhältniss analog, nur dass das Aussenglied nicht conisch, sondern meist regelmässig cylindrisch [1]) gestaltet ist. Die Grenze zwischen Aussen- und Innenglied fällt bei den Stäbchen des Menschen im Hintergrunde des Auges ungefähr in die Mitte der Länge. Ich maass hier für jede der beiden Abtheilungen eine Länge von 25 bis 27 Mik. Die Grenzlinie zwischen Aussen- und Innenglied neben einander liegender Stäbchen fällt meist in dieselbe Ebene. Für die Zapfen ist diese Grenzebene aber eine andere, sie fällt beim Menschen wie bei Säugethieren durchweg weiter nach vorn. Das Innenglied der Zapfen (der Zapfenkörper) ist also immer kürzer als das der nebenanliegenden Stäbchen, und zwar beträgt der Unterschied in der Länge zwischen Stäbchen- und Zapfeninnenglied im Hintergrunde des menschlichen Auges durchschnittlich 6 Mik. Bei der grossen Schwierigkeit, die Aussenglieder der Zapfen frisch unverändert zu Gesichte zu bekommen und ohne Zersetzungen zu conserviren, ist es nicht leicht, die Länge derselben zu bestimmen. Es scheint aber die Regel, dass, wo überhaupt Zapfen und Stäbchen gemischt vorkommen, auch die Aussenglieder der Zapfen immer kürzer als die der Stäbchen sind. Beim Menschen maass ich an möglichst gut erhaltenen Zapfen des Augenhintergrundes 12 Mik. für die Länge des conischen Aussengliedes, was ungefähr die Hälfte der Länge der entsprechenden Theile der benachbarten Stäbchen beträgt. Bei Thieren kommen in dieser Beziehung grosse Verschiedenheiten vor. So ist z. B. beim Schwein, dessen Netzhaut ausserordentlich reich an Zapfen ist, die geringe Länge der letzteren im Vergleich zu der der Stäbchen sehr auffallend. Es kommen Stellen vor, an denen die Zapfen mit ihren Aussengliedern kaum die Grenzlinie der Innen- und Aussenglieder der Stäbchen erreichen. (Siehe beistehende Figur.)

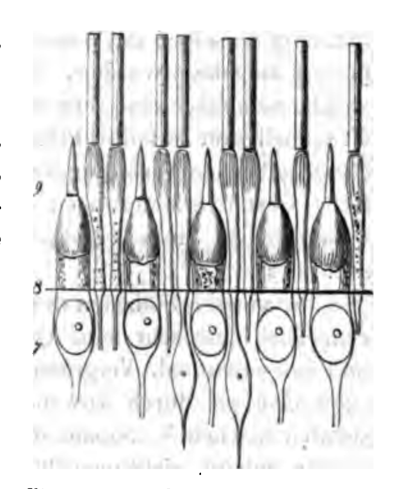


Fig. 352. Zapfen und Stäbchen (9) Limitans externa (8) und Theil der äusseren Körnerschicht (7) vom Hintergrunde der Netzhaut des Schweines. Die sehr dicht stehenden Zapfen enthalten in ihrem Innengliede einen glänzenden Körper von unbekannter Bedeutung. Vergr. 800.

Die Verschiedenheit beider Abtheilungen der Zapfen und Stäbchen in der Art ihrer

1) Nur bei den Amphibien (Frosch, Tritonen, Axolotl) nimmt der Durchmesser auch der Stäbchen-Aussenglieder nach dem äusseren Ende ein wenig ab. Dies ist namentlich bei jungen Thieren sehr auffallend (A. f. m. A. Bd. III, Taf. XIII, Fig. 14) und kann unter Umständen die Unterscheidung von Stäbchen und Zapfen unmöglich machen.

Lichtbrechung tritt bereits im absolut frischen Zustande hervor, wird aber mit den auch bei der schonendsten Behandlung unvermeidlich sehr schnell nach dem Tode sich einstellenden Leichenveränderungen deutlicher. Diese bestehen zum Theil darin, dass in der ursprünglich homogenen Substanz des das Licht etwas schwächer brechenden Innengliedes feinkörnige Trübungen auftreten, während das Aussenglied stark glänzend und homogen verbleibt. Hierdurch markirt sich die Grenzlinie beider Abtheilungen schärfer. Während die Stäbchen in indifferenten Flüssigkeiten eine Zeit lang ohne weitere Veränderungen conservirt werden können, tritt bei den Zapfen gewöhnlich sehr bald eine grobkörnige Gerinnung der Innenglieder ein, wodurch dieselben ihre Durchsichtigkeit mehr und mehr verlieren, die Aussenglieder aber werden bald ganz unkenntlich. In diesen tritt fast unvermeidlich sofort nach Anfertigung des frischen Präparates eine derartige Umwandlung ein, dass unter Verbiegungen und Krümmungen des ganzes Gebildes eine Trennung in Plättchen erfolgt, die, noch eine Zeit lang zusammenhängend, demnächst unter Quellung sich isoliren und endlich zu Grunde gehen.

Dem gleichen Schicksale unterliegen, wenn auch langsamer, auch die Aussenglieder der Stäbchen. Die längst bekannten eigenthümlichen Veränderungen, welche dieselben in serösen Flüssigkeiten, namentlich bei Verdünnung derselben mit Wasser eingehen, und welche als eine Art Gerinnungsprocess aufgefasst wurden, beruhen, wie ich gezeigt habe, [1]) auf Quellung, welche anfänglich eine sehr regelmässige Querstreifung deutlich macht, dann oft schnell zum Zerfall in Plättchen führt. Da die Quellung oft ungleich vorrückt, entstehen Verbiegungen, hirtenstabförmige Umbiegungen und mannigfache Gestaltveränderungen der Aussenglieder, deren letztes Resultat das Uebrigbleiben eines kugeligen Gebildes ähnlich gewissen Myelintropfen zu sein pflegt.

Die grossen Stäbchen des Frosches zeigen, in Serum frisch isolirt, immer zum Theil eine sehr feine Querstreifung schon bei centrischer Beleuchtung und 500—800 mal. Vergrösserung. Wo eine solche nicht zu bemerken ist, kann man sie durch Anwendung sehr schief einfallenden Lichtes deutlich sichtbar machen. [2]) Sobald dann eine Quellung in der Substanz der Aussenglieder eintritt, sieht man Plättchen sich ablösen, bis weiter bei fortgesetzter Veränderung, namentlich unter dem Einfluss mit Wasser verdünnten Serums auch die Plättchensubstanz selbst quillt und die Structur total unkenntlich wird. Ganz das Gleiche ist an den Stäbchen des Menschen und der Säugethiere wahrzunehmen. Aber die stärksten Vergrösserungen und die Anwendung schiefen Lichtes sind hier anfänglich, bevor deutliche Quellung mit Verlängerung des Aussengliedes eintritt, ganz unentbehrlich. Ebenso zeigen Aussenglieder der Stäbchen vom Menschen und von Säugethieren, welche

---

1) A. f. m. A. Bd. III, p. 224.
2) M. SCHULTZE, A. f. m. A. Bd. V, p. 380. Anm.

noch warm in 1—2procentige Lösung von Ueberosmiumsäure gebracht wurden und in ihrer Gestalt vollkommen unverändert conservirt sind, bei tausendmaliger Vergrösserung und sehr schiefem parallel mit der Längsaxe einfallendem Licht eine Streifung, welche haarscharf, wie in Kupfer gestochen, an Feinheit der von Nitschia sigmoides, einer als schwieriges Probeobject bekannten Diatomee, ungefähr gleicht. Dies würde einer Entfernung der Linien von 0,3—0,4 Mik. entsprechen. Bei den Zapfen sind die Plättchen etwas dicker. [1])

Ausser dieser für die Aussenglieder durchaus charakteristischen Structur zeigen dieselben im frischen oder gut conservirten Zustande auch eine Längsstreifung. [2]) Dieselbe beruht, wie Hensen zuerst erkannte, auf einer Anzahl paralleler in der Richtung der Längsaxe oder in langgezogener Spirale auf der Oberfläche hinziehender Leisten, welche jedoch mit einer gewissen Differenzirung in der Tiefe zusammenhängen. Da es sich häufig ereignet, dass an in Osmiumsäure conservirten Stäbchen beim Zerzupfen, Reiben und Quetschen der Präparate dickere und dünnere Plättchen abspringen, welche dem Beobachter eine ihrer Scheibenflächen zukehren, so ist es leicht, ein klares Bild des Relief der Oberfläche zu erhalten. An solchen Plättchen bemerkt man, wie Fig. 354 zeigt, ausser der Cannelirung eine Andeutung radiärer Zerklüftung, ausgehend von den Rinnen der Oberfläche. Frische Stäbchen in Serum zeigen hie und da Längsspalten. Die Beschaffenheit der Oberfläche der Scheibchen, welche an zackig gewordene Blutkörperchen erinnert, entsteht nicht durch Schrumpfung. Das Bild des natürlichen Querschnittes der Aussenglieder in frischen Zustande ist ganz das Gleiche. Ich habe gezeigt, dass die bei Amphibien und Fischen wegen ansehnlicher Dicke der Aussenglieder leichter zu beobachtende Längsstreifung auch bei Säugethieren und beim Menschen vorkommt und auch hier wahr-

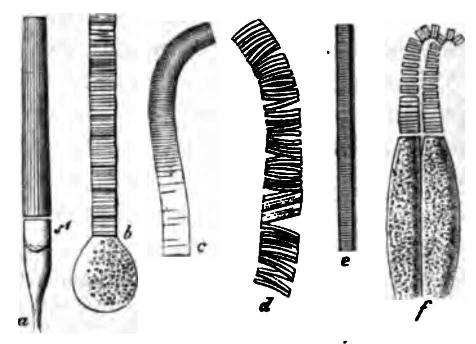


Fig. 353. Aussenglieder von Stäbchen und Zapfen. *a*—*d* Stäbchen vom Frosch, *e* Mensch, *f* Doppelzapfen eines Fisches (Perca). *a* frisch in Verbindung mit dem Innengliede (*s'* der linsenförmige Körper), *b* erstes Stadium der Quellung in Serum, *c* desgleichen in dünner Kalilauge. Vergr. 500. *d* Plättchenzerfall in Serum. Vergr. 1000. *e* bei schiefem Lichte nach 24stündiger Conservirung in starker Ueberosmiumsäure des sofort nach der Enucleation geöffneten menschlichen Auges. Vergr. 1000. *f* in Serum frisch.

---

1) Directe Messungen finden sich bei M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 228, und W. Zenker ebenda p. 259. Bei Anwendung vollkommnerer Linsensysteme erhalte ich jetzt etwas geringere Zahlenwerthe, als die dort angegebenen. W. Krause's Widerspruch findet sich Membr. fenestr. p. 23.

2) Hensen in Virchow's Archiv, Bd. XXXIX, Taf. XII, Fig. 7. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII.

scheinlich auf einer Cannelirung der Oberfläche beruht. In hohem Grade bemerkenswerth ist der Umstand, dass der Querschnitt der dickeren Aussenglieder der Amphibien (Triton) und Fische (Syngnathus) von der Kreisform oft erheblich abweicht und unregelmässig ausgezackt, selbst halbmondförmig werden kann.

Mehrere Forscher haben sich für die Existenz einer im Innern der Aussenglieder der Stäbchen verlaufenden Axenfaser ausgesprochen. Ritter's erste Beschreibung, [1]) wie die bestätigenden Beobachtungen von Manz [2]) und Schiess, [3]) lassen dem Gedanken Raum, dass es sich dabei um ein Gebilde handele, dessen Entstehung der Einwirkung der angewandten conservirenden Flüssigkeiten zuzuschreiben sei. Blickt man aber an einer ganz frischen Säugethier-Netzhaut von oben auf die noch wohl erhaltenen natürlichen Stäbchenenden, so sieht man unter Umständen bei verschiedener Einstellung einen schwarzen Punkt oder kurzen Strich im Centrum der Stäbchen, [4]) welches Bild auf eine Axenfaser bezogen werden kann. Hensen hält gegen W. Krause's Widerspruch [5]) mit stichhaltigen Gründen fest, [6]) dass es sich um vorgebildete Structurverhältnisse handeln müsse. Eine ganz befriedigende Erklärung dieses Bildes ist bisher nicht gegeben, denn eine Axenfaser im Aussengliede durch Isolirung nachzuweisen, ist bisher nicht gelungen. Auch ist an den abgesprengten Querplättchen, zumal der dicken Stäbe der Amphibien, so vollkommen auch die Conservirung gelingt (vergl. oben), nicht eine Spur der Axenfaser oder eines Axencanales zu entdecken. Dagegen müssen nach Zenker's [7]) Beobachtungen Unterschiede im Berechnungsindex der Mantelfläche und des Innern der Stäbchen angenommen werden, aus denen wahrscheinlicher Weise die fragliche Erscheinung sich erklärt. Diese Indices schätzt Zenker auf 1,5 als Maximum und 1,33 als Minimum. [8])

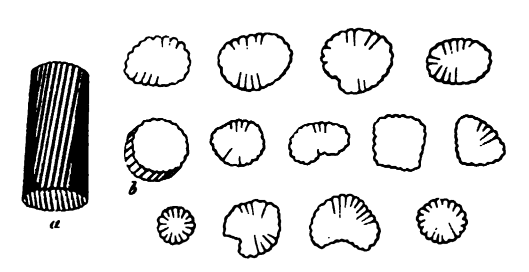


Fig. 354. *a* Stäbchenaussenglied von Triton frisch in Serum, *b* dünne Scheibe eines solchen nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure (2%) abgebrochen, etwas von der Seite gesehen. Die übrigen Figuren stellen sämmtlich eben solche und noch dünnere Scheibchen dar, von der Fläche gesehen, von verschieden dicken Aussengliedern abgesprengt. Vergr. 1000.

1) Graefe, Archiv f. Ophthalmologie. Bd. V, 2, p. 101, Taf. IV.
2) Z. f. rat. Medicin. Bd. X, 1860, p 305.
3) Ebenda Bd. XVIII, 1863, p. 128.
4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 219, Taf. XIV, Fig. 5. Hensen in Virchow's Arch. Bd. XXXIX, p. 486, Taf. XII, Fig. 4 *A*.
5) Membr. fenestr. p. 23.
6) A. f. m. A. Bd. IV, p 347.
7) A. f. m. A. Bd. III, p. 259.
8) W. Krause nimmt später den Berechnungsindex der Stäbchen auf 1,45 bis 1,47 an (Membr. fenestr. p. 25).

In durch Ueberosmiumsäure ein wenig gequollenen Froschstäbchen glaubte Hensen eine Andeutung von drei neben einander liegenden Axenfasern zu erkennen. [1])

Auch im **Innengliede** der Stäbchen nehmen einige Forscher die Differenzirung einer Axenfaser an. [2]) Zuerst hat W. Krause eine solche von den Zapfen der Vögel abgebildet, [3]) wo dieselbe mit einem ellipsoidischen Körper endigen soll, welcher unter dem Namen Opticusellipsoid eingeführt wird. Wir kommen auf diese Körper in den Zapfen und Stäbchen der Vögel und anderer Thiere zurück, von denen in den Stäbchen des Menschen und der Säugethiere Nichts zu beobachten ist. Die Axenfaser im Innengliede aber, welche zu dem ellipsoidischen Körper hinleiten soll, ist wie die hypothetische des Aussengliedes ein sehr zweifelhaftes Gebilde. Ich vermag auch bei den Stäbchen des Menschen eine einzelne Axenfaser nicht zu entdecken.

Die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen des Menschen und vieler Thiere zeigen dagegen bei sehr vollkommener Conservirung in Ueberosmiumsäure und Untersuchung mit sehr starken Vergrösserungen eine feine **Längsstreifung der Oberfläche**, [4]) welche uns an die oben erwähnte der Aussenglieder der Amphibien erinnert und sich wirklich zum Theil in dieselbe fortsetzt. [5]) Doch wenn bei letzteren eine Selbständigkeit der Streifen in Form ablösbarer Fasern nicht nachweisbar ist, die Erscheinung vielmehr auf einfacher Cannelirung der Oberfläche beruht (vergl. oben), sind es bei den Innengliedern wenigstens auf gewisse Strecken ablösbare feine Fäserchen, welche die Streifung mit bedingen. Bei den grossen Zapfen der menschlichen Netzhaut ist die Streifung der Oberfläche unter Umständen sehr deutlich. Dieselbe verläuft in der Richtung der Längsaxe oder in langgezogener Spirale, und besteht aus cc. 40—50 Einzelstreifen ringsum in gleicher Entfernung von einander, welche an der dicksten Stelle der Zapfen etwa $^1/_2$ Mik. beträgt. Dieselben rücken an der Spitze des Innengliedes so dicht zusammen, dass sie sich mit unseren optischen Hülfsmitteln einzeln nicht mehr erkennen lassen. Doch hat es den Anschein, als wenn die Streifen in Form einer conischen Röhre sich auf die Oberfläche des Aussengliedes fortsetzen. Denn eine zarte aus der streifigen Rinde des Innengliedes hervorgehende Hülle lässt sich auf eine kürzere oder längere Strecke über die Aussenglieder hin isoliren. Wie die Zapfen, besitzen auch die Stäbchen des Menschen und der Säugethiere eine oberflächliche Streifung des Innengliedes. Die Streifen verlaufen in Form feinster Linien meist zu 8—10 in gleichen Entfernungen rings um das Innenglied parallel der Längsaxe, oder wie bei den Zapfen in einer langgezogenen

1) Virchow's Archiv. Bd. XXXIX, p. 489, Taf. XII, Fig. 8.
2) Vergl. namentlich Hensen a. a. O. Fig. 6.
3) Anatom. Unters. 1860. Taf. II. Fig. 5. 6.
4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 394, Taf. XXII.
5) Hensen, Virchow's Archiv. Bd. XXXIX, p. 489, machte die erste derartige Beobachtung beim Frosch.

Spirale bis an die Grenzlinie zwischen Innen- und Aussenglied. Ist letzteres bei guter Conservirung in Ueberosmiumsäure abgefallen, so bemerkt man an den Streifen des Innengliedes sich fortsetzende feinste Fäserchen auf kurze Strecke frei vorstehen, ein Korb von Fasern, in welchem früher das Aussenglied eingeschlossen lag. Kurz, es ist auch hier wie bei den Zapfen eine aus der Streifung des Innengliedes sich entwickelnde Faserhülle für das Aussenglied, welche sich wenigstens auf eine gewisse Strecke isoliren lässt. Trotz ihrer Feinheit ist es möglich, auch auf den stark lichtbrechenden Aussengliedern der Stäbchen des Menschen noch die äusserst feinen Längslinien zu erkennen, welche gerade oder in leichter Spirale über dieselben hinlaufen.[1]



Fig. 355. Stäbchen u. Zapfen vom Menschen nach Conservirung in 2% Ueberosmiumsäure, um die feinen Fasern der Oberfläche und die verschiedene Länge der Innenglieder zu zeigen. Das Aussenglied des Zapfens ist in Plättchen zerfallen, die noch unter einander zusammenhängen. Vergr. 1000.

Wie angeführt, sind diese Fasern zum Theil ablösbar. Zumal von der Basis der Zapfen des Menschen heben sie sich bis auf eine gewisse constante Länge leicht ab und bleiben, in ihrem Zusammenhang eine kurze, aus starren Fibrillen bestehende Röhre darstellend, auf der M. limitans externa sitzen, wenn der Zapfen sich von derselben abgelöst hat.[2] Die Limitans externa erscheint dann von der Fläche betrachtet in Kreisen, welche dem Zapfendurchmesser entsprechen, wie fein punktirt,[3] und es macht den Eindruck, als könnten die Fibrillen, aus welchen wir die Zapfenfasern innerhalb der äusseren Körnerschicht zusammengesetzt betrachteten, hier einzeln auf der Oberfläche der Zapfenkörper verlaufen. In diesem Falle wären die Fäserchen Nerven. Dem scheint jedoch nicht so zu sein. Die feinen Fasern lassen sich zwar schwer rückwärts in die äussere Körnerschicht verfolgen: so viel habe ich aber mit Sicherheit erkannt, dass sie mit dem zwischen den Stäbchen- und Zapfenfasern vorhandenen Gewebe zusammenhängen. Da dieses nur der Bindesubstanz zugerechnet werden kann, so stellen die fraglichen Fäserchen eine Fortsetzung der zarten, ebenfalls bereits fein fibrillären oder streifigen Bindesubstanz der äusseren Körnerschicht dar und bilden, soweit ablösbar, stützende Faserkörbe für die Basen

1) M. Schultze l. c., Taf. XXII. Fig. 7—16.

2) Sehr unvollständige Theile dieser Fasern habe ich früher abgebildet (A. f. m. A. Bd. II, Taf. XI, Fig. 13 a), und sind von W. Krause unter dem Namen »Nadeln« als besonderes Element der Stäbchen- und Zapfenschicht eingeführt (Membr. fen. Fig. 4, 5, 21).

3) A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 6.

der Zapfen und Stäbchen (vergl. unten Fig. 360). [1]) Ihr weiteres Verhalten auf der Oberfläche zumal der Zapfen des Menschen wird durch eine neue Complication der Bildung des Innern des Zapfenkörpers zweifelhaft. Hier findet sich nämlich, meinen Untersuchungen zufolge, eine dichte Masse feinster in der Längsrichtung verlaufender Fibrillen, welche von der Ober-

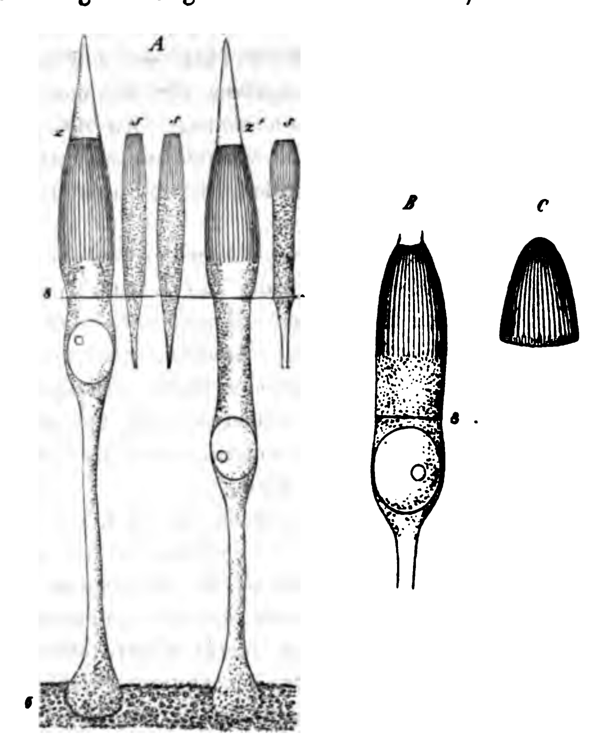


Fig. 356. *A*. Stäbcheninnenglieder *sss* und Zapfen *zz'* vom Menschen, letztere in Verbindung mit den Zapfenkörnern und Fasern bis zur äusseren granulirten Schicht 6. Der Zapfen *z'* zeichnet sich durch eine ungewöhnlich lange Brücke zum Zapfenkorn (den dickeren peripherischen Theil der Zapfenfaser) aus. Im Innern der Innenglieder von Stäbchen und Zapfen ist die fibrilläre Structur sichtbar. Vergr. 800. *B*. Innenglied eines Zapfens mit Zapfenkorn und Anfang der Zapfenfaser vom Menschen, an welchem der innere fibrilläre Theil nicht so weit gegen die Limitans externa herabreicht. Vergr. 1200. *C*. Abgelöster Faserkegel aus dem Innern eines Zapfen eben daher, noch kürzer, von einem Zapfen aus der Gegend der Ora serrata.

fläche an die ganze Dicke des Zapfenkörpers erfüllen, so dass eine Unterscheidung der oberflächlichen und der tiefen Fasern zunächst wenigstens noch nicht hat gelingen wollen. Die inneren Fibrillen [2]) reichen merkwürdiger

1) Landolt hat kürzlich bei den Amphibien eine scheidenartige Fortsetzung der Bindesubstanz über die Stäbchen beschrieben (A. f. m. A. Bd. VII, p. 94), welche im Wesentlichen mit den oben genannten Faserkörben der Zapfen des Menschen übereinstimmen dürfte.

2) Dieselben sind unvollkommener bereits von mir, A. f. m. A. Bd. II, Taf. X, Fig. 8, abgebildet.

Weise nicht bis auf die Limitans externa herab, sondern hören scharf abgesetzt eine gewisse Strecke oberhalb derselben auf. Wenigstens werden sie hier unsichtbar und würden, falls sie weiter etwa bis in die Zapfenfaser hinabreichten, ihre Natur ändern. Man findet Zapfen, welche an der Stelle, wo die inneren Fibrillen aufzuhören scheinen, kleine Kügelchen, wie Fetttröpfchen enthalten, andere, welche hier in der Quere durchgebrochen sind. Im frischen Zustande zeigt sich der fibrilläre Theil des Zapfeninneren als eine glänzende, stärker lichtbrechende Abtheilung des Zapfens. Man kann die Fibrillen bei passender Maceration auch isoliren. An der Stelle, wo das Aussenglied beginnt, hören sie auf. Die Verbindung des Aussengliedes mit dem Innengliede scheint durch eine auch die fibrilläre Substanz umschliessende Hülle hergestellt zu sein.

Eine ganz ähnliche aus kurzen, starren Fibrillen bestehende Structur erkenne ich auch im Innern der Innenglieder der *Stäbchen* des Menschen (Fig. 356, *A*, *ss*). Die Bildung ist durchaus ähnlich derjenigen der Zapfen und bestätigt die auch sonst wohl berechtigte Ansicht, dass zwischen Stäbchen und Zapfen, abgesehen von der verschiedenen Dicke der zugehörigen Nervenfasern, ein anderer wesentlicher Unterschied als der der Grösse und Gestalt nicht besteht, dass also beide Formen percipirender Elemente nur Modificationen einer gemeinsamen Grundform sind.

Mit den Stäbchen und Zapfen sind wir an das Ende der Ausbreitung der Opticusfasern in der Netzhaut gelangt. Ueberblicken wir noch einmal den Zusammenhang der nervösen Elementartheile der Retina des Menschen, wie wir ihn nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss desselben darzustellen berechtigt sind, so finden wir zunächst (vergl. nebenstehende schematische Zeichnung), die marklosen Nervenfasern der Opticusschicht in Zusammenhang mit Ganglienzellen. An der Macula lutea, wo dieser Zusammenhang besonders leicht nachweisbar ist, sind sämmtliche Ganglienzellen bipolar. Der peripherische Fortsatz ist der *dickere* und tritt, um sich zu verästeln, in die innere granulirte Schicht ein. An den übrigen Theilen der Netzhaut scheinen die meisten Ganglienzellen multipolar zu sein, wo dann wahrscheinlich ein Fortsatz in der Opticusschicht central, die übrigen in der inneren granulirten Schicht auf das feinste verästelt peripherisch verlaufen. Die Natur und der Verlauf der feinen Ganglienzellenausläufer der inneren granulirten Schicht gleicht in jeder Beziehung der der feinsten Nervenprimitivfibrillen der grauen Substanz der Hirnrinde. Sie bilden in ihrem complicirten Verlaufe das innigste Geflecht und liegen eingebettet in die zähe spongiöse Bindesubstanz, welche eine Isolirung derselben auf längere Strecken nicht zulässt. Es ist demnach wenig Aussicht vorhanden, dass die Communication dieser Ganglienzellenausläufer mit den nervösen Fasern der folgenden Schichten demonstrirt werden könne. In der Schicht der inneren Körner finden wir senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut verlaufende Nervenfasern. Allein an der Macula lutea scheinen auch schief zur Fläche verlaufende Fasern der

Art vorzukommen. Jede dieser Fasern ist unterbrochen durch eine kleine Zelle, ein inneres Korn, eine bipolare Ganglienzelle, deren centraler Ausläufer (der Theil der radiären Nervenfaser, welcher aus der inneren granulirten Schicht aufsteigt) sehr fein, deren peripherischer dicker ist. Dieser verliert sich wahrscheinlich immer mit Verästelungen in der äusseren granulirten Schicht. Diese gleicht der inneren und lässt eine nähere Verfolgung der sie durchziehenden feinen Nervenfibrillen ebenso wenig zu wie jene. Aus ihr erheben sich die Stäbchen und Zapfenfasern in der Richtung senkrecht auf die Fläche, nur wieder an der Macula lutea schief. Die Zapfenfasern entstehen durch Zusammenfliessen einer grossen Zahl feiner Fibrillen, stellen ein dickes Bündel solcher Fibrillen ähnlich einer dickeren Faser der Opticusschicht dar und gehen in das kernhaltige Zapfenkorn, eine bipolare Ganglienzelle über, deren peripherischer Fortsatz gewöhnlich sogleich der Zapfenkörper selbst ist. Bleibt zwischen Zapfenkorn und Zapfenkörper, wie manchmal zumal an der Macula lutea ein längerer Zwischenraum, so ist dieser Theil, der peripherische der Zapfenfaser, wieder dicker als der andere, der centrale. Die Stäbchenfasern sind sehr viel feiner als die Zapfenfasern. Ob auch sie aus mehreren Fibrillen zusammengesetzt sind, lässt sich nicht beobachten, ist aber aus mehrfachen Gründen wahrscheinlich. Der peripherische Theil der Stäbchenfaser besitzt wieder eine weit ansehnlichere Dicke als der centrale, dieser beginnt an der äusseren granulirten Schicht mit einer Anschwellung, welche der der Zapfenfasern vergleichbar und bei vielen Thieren geradezu gleich ist. In den Stäbchen und Zapfen selbst sehen wir die Endorgane der Sehnervenfasern. Ob die Fibrillen im Innern der Innenglieder mit den nervösen Fibrillen der bezüglichen Fasern in Zusammenhang stehen, respective deren modificirte Enden

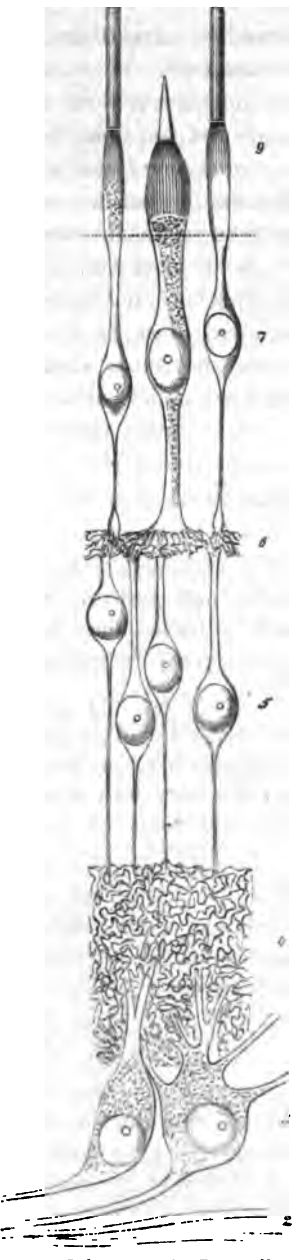


Fig. 857. Schematische Darstellung des Zusammenhangs der Nervenfasern in der Netzhaut. Die Zahlen sind dieselben wie in dem Schema Fig. 344, p. 979; 2 Opticusfasern, 3 Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körnerschicht, 6 äussere granulirte, 7 äussere Körnerschicht, 9 Stäbchen und Zapfen.

darstellen, muss dahin gestellt bleiben, ebenso die Frage nach den Beziehungen der Aussenglieder zu der Nervensubstanz. Dass Innen- und Aussenglieder eine gemeinschaftliche Hülle haben, ist in hohem Grade wahrscheinlich, jede andere Art von Continuität aber zwischen ihnen z. B. durch innere nervöse Fasern ist eine blosse Hypothese. Somit könnte möglicher Weise die Nervensubstanz mit den Innengliedern abschliessen und das Aussenglied einen nicht nervösen physikalischen Hülfsapparat darstellen.

Sehr merkwürdig und wichtig für die Erklärung der Bedeutung der Nervenzellen im Allgemeinen muss das in Fig. 357 dargestellte Verhältniss erscheinen, dass die Fortsätze der nervösen Zellen der Retina nach der Peripherie zu immer dicker sind als nach dem Centrum. Rührt diese verschiedene Dicke von der verschiedenen Zahl der elementaren Nervenfibrillen her, so würden letztere an der Peripherie zahlreicher sein als im Centrum, was nur durch eine Vermehrung der Fibrillenzahl innerhalb der nervösen Zellen zu erklären wäre.

Die minutiösen Einzelheiten im Bau der Stäbchen und Zapfen der Netzhaut müssen unser lebhaftes Interesse in Anspruch nehmen, wenn wir bedenken, dass wir es in letzteren mit Gebilden zu thun haben, welchen die Aufgabe obliegt, die Umsetzung der Bewegung, auf welcher das Licht beruht, in Nervenleitung zu vermitteln.

Wir dürfen und müssen voraussetzen, dass die Structur der Endorgane mit ihrer Function zusammenhängt, die Hoffnung aber, etwas der Art an den Stäbchen und Zapfen mit dem Mikroskope zu entdecken, nährt sich und wächst mit Recht an der Thatsache, dass, je genauer die Untersuchung und je schärfer die angewandten Vergrösserungen waren, um so feinere und merkwürdigere Details im Bau derselben entdeckt wurden. Wohl mag Manchem in Anbetracht der geringen Länge der Lichtwellen diese Hoffnung zu kühn vorkommen. Wenn wir aber genauer bedenken, dass die Grössen, um welche es sich hier handelt, nämlich 0,7 Mik. ungefähre Länge der Lichtwellen am sichtbaren rothen Ende des Spectrum, 0,4 Mik. ungefähre Länge der Lichtwellen am sichtbaren violetten Ende innerhalb der dem Mikroskopiker erkennbaren und messbaren Grössen liegen, so werden wir die Aufgabe eine allzu kühne nicht nennen dürfen. Von dem allergrössten Werthe in Verfolgung derselben werden uns natürlich vergleichend anatomische Forschungen sein. So verschieden auch nach Bau und Entwickelung die Augen der Thiere im Ganzen sind, für den Zweck der Uebertragung der Lichtwellen in Nervenleitung lässt sich eine ähnliche Uebereinstimmung im Bau der Nervenendorgane und deren Hülfsapparate voraussetzen, wie wir sie z. B. für das Gehörorgan in Form der in eine Flüssigkeit hineinragenden Hörhaare kennen. So sei es denn hier gestattet, eine kurze Darlegung unserer Kenntnisse der Endapparate des Sehnerven bei Thieren zu geben, zugleich mit einem Hinweis auf den physiologischen Werth der hervortretenden Verschiedenheiten.

Sämmtliche Wirbelthiere, welche sehen können, vielleicht mit einziger Ausnahme von Amphioxus, dessen Augen auf einer sehr niederen Stufe der Entwickelung stehen, besitzen eine Netzhaut mit einer der des Menschen gleich gerichteten Schicht von Stäbchen oder Zapfen. Während für gewöhnlich die Zapfen kenntlich sind an dem bauchig angeschwollenen Innenglied und dem conischen Aussenglied und bei einer Mischung von Stäbchen und Zapfen,

wie in der menschlichen Netzhaut, die Unterscheidung beider nicht schwierig ist (ebenso bei den Affen, dem Schwein, den Wiederkäuern und bei den meisten Knochenfischen), kommen Fälle vor, in denen die Zapfen den Stäbchen ähnlicher werden, indem wie beim Meerschweinchen oder Kaninchen die Innenglieder der ersteren kaum dicker oder sonst anders geformt sind, als die der Stäbchen, so dass nur noch das Aussenglied entscheidet. Aber auch hier sind unzweifelhaft Uebergänge vorhanden, so namentlich bei den Tritonen, [1]) bei denen, wie minder deutlich auch beim Frosch, auch die Aussenglieder der Stäbchen conisch gefunden werden. Bei den Vögeln kommen sehr dünne, stäbchenartige Zapfen vor, bei denen nicht immer die conische Gestalt des sehr verlängerten Aussengliedes deutlich hervortritt. Wenn es hiernach scheint, als wenn die schärfere Unterscheidung zwischen Stäbchen und Zapfen in der Thierreihe aufhöre, so sind doch immer noch einzelne Merkmale ausser den angeführten vorhanden, welche die Unterscheidung fast in allen Fällen ermöglichen. Zu diesen aussergewöhnlichen Merkmalen gehören bei den Vögeln die stark lichtbrechenden Kugeln fettartiger Substanz, welche grossentheils eine gelbe oder rothe Farbe haben, und in allen Zapfen gelagert sind, während sie den Stäbchen fehlen. Dieselben liegen an der Stelle des Innengliedes, wo der Uebergang in das Aussenglied stattfindet, und haben eine solche Grösse, dass je eine den Zapfen an der betreffenden Stelle so vollständig ausfüllt, dass das Licht das Aussenglied nicht erreichen kann, ohne die in Rede stehende Kugel passirt zu haben (siehe Fig. 358 *z*). Es giebt farblose Kugeln der Art, die meisten sind aber gelb, hellgelb, grüngelb, gummiguttgelb und orange, dazwischen stehen meist in regelmässigen Entfernungen rubinrothe. Sie müssen vermöge ihrer sphärischen Krümmung einen Einfluss auf den Gang der Lichtstrahlen ausüben und nach ihrer Farbe gewisse Strahlen absorbiren. Ihre Anwesenheit beweist, wie Hensen zuerst hervorgehoben hat, [2]) mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit, dass die Aussenglieder es sind, welche die Perception vermitteln, da nur in diesem Falle die auswählende Absorption einen Sinn hat. Dass sie nur in den Zapfen und nicht in den Stäbchen vorkommen, beweist, dass die Zapfen mit der Perception der Farben mehr zu thun haben, als die Stäbchen, was auch für Säugethiere und Mensch aus anderen Gründen das Wahrscheinliche ist. [3]) Dass die in Rede stehenden Kugeln die ganze Dicke des Innengliedes einnehmen, beweist andererseits, wie Krause mit Recht hervorhebt [4]) dass hier eine Unterbrechung in der Continuität vorliegt, und dass die Aussenglieder nervöser Natur nicht sein können, wenn auch die Innenglieder es sind. Durch die von mir entdeckten, auf der Oberfläche der Innenglieder verlaufenden und auf die Aussenglieder sich fortsetzenden Fasern, welche durch die Fettkugel nicht unterbrochen werden, glaubte ich den Weg andeuten zu können, auf welchem den Aussengliedern der Antheil an dem Perceptionsvorgang erhalten bleibe. [5]) Die neuen Complicationen, welche die Entdeckung des inneren Fasersystems der Zapfen und Stäbchen in diesen Gegenstand einführt, erlauben zur Zeit keine abschliessenden Betrachtungen.

Wie den Vögeln kommen die Oelkugeln auch den Zapfen der Reptilien zu, neben einzelnen farblosen bei den Schildkröten roth, orange und gelb. Endlich sind auch die sehr kleinen Zapfen der ungeschwänzten Batrachier durch je eine solcher stark lichtbrechenden Kugeln ausgezeichnet, welche entweder farblos oder

---

1) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 237.
2) Virchow's Archiv. Bd. XXXIV, p. 405.
3) M. Schultze, A. f. m. A Bd. II, p. 258.
4) Membr. fenestr. p. 48.
5) A. f. m. A. Bd. V, p. 400.

hellgelb gefärbt sind. Bei Fischen kommen sie nicht vor, es sei denn, das
Angabe von Leydig bezüglich der percipirenden Elemente des Störs[1]) dahin
deuten wäre. Neben den farbigen Kugeln enthalten manche Zapfen der
(Taube) und Eidechsen noch einen diffusen rothen oder gelben Farbstoff, we
die auswählende Absorption der Kugel zu unterstützen im Stande ist.

Ausserdem findet sich in den Innengliedern der Zapfen bei Vögeln, Rept
und Amphibien und ebenso in denen der Stäbchen der zuerst und zuletzt g
nannten Thiere noch eine andere Art von Differenzirung, welche einen Einfluss
den Gang der Lichtstrahlen auszuüben geeignet ist, nämlich ein linsenförmig
Körper von stärkerem Lichtbrechungsvermögen als seine Umgebung. Dieser n
bei den Stäbchen das Ende des Innengliedes ein und ist abgeplattet nach hin
dem Aussengliede zu, sphärisch oder ellipsoidisch gekrümmt nach vorn. Bei
Zapfen mit kugligem Oeltropfen schliesst er sich nach vorn unmittelbar an de
an. W. Krause sah diesen Körper zuerst in den Zapfen des Huhnes und gl
ihn als knopfförmiges Ende einer nervösen Centralfaser des Innengliedes aufl
zu müssen und nannte ihn Opticusellipso
Ich habe ihn als den linsenförmigen Kö
bezeichnet.[3])



Fig. 358. 1, 2, 3 Stäbchen der Netzhaut vom Falken; 5′ Innenglieder mit lichtbrechenden, linsenförmigen Körpern, 5″ Aussenglied von reihenweis stehenden Pigmentkörnchen umhüllt, wie sie manchmal an in Osmiumsäure erhärteten Präparaten auf der Oberfläche der Aussenglieder festkleben. 4 Stäbchen und Zapfen (z) vom Huhn; k gelbe Fettkugel im Innengliede des Zapfens, dahinter ein ellipsoidischer lichtbrechender Körper. 5 Stäbchen von Triton; c planconcave, c′ biconvexe Linse im Innenglied. Vergr. 800.

Die Ueberosmiumsäure, auf frische N
häute angewandt, macht die linsenförm
Körper, z. B. der Vögel und Amphib
ausserordentlich deutlich, da sie die For
scharf conservirt und geringe Farbenunt
schiede hervorruft. In den Zapfen
Stäbchen des Menschen sind weder fr
noch mit Hülfe dieses Reagens ähnl
Körper deutlich zu machen. Sehr me
würdig ist, dass bei einigen Thieren
linsenförmige Körper der Stäbchen aus
Abtheilungen zusammengesetzt ist, we
ein verschiedenes Verhalten gegen Ueb
osmiumsäure und verschiedenes Li
brechungsvermögen besitzen.[4]) In
Stäbchen der Vögel sondert sich oft
kleiner vorderer Abschnitt in Form ei
kurzen Stiftchens von der Spitze der el
soidischen Linse mit stärkerem Glanze a
(Fig. 358, 5′) und bei Tritonen besitzt
hintere Abschnitt eine nach vorn sphäri
gekrümmte Concavität, in welche sich
vorderer Abschnitt von der Form ei
Convexlinse (Fig. 358, 5 c′) einfügt.
liegt sehr nahe anzunehmen, dass wir
hier mit Vorrichtungen zu thun habe

1) Anatom. histol. Unters. über Fische und Reptilien 1853, p. 9.
2) Göttinger Nachrichten 1867, No. 37.
3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 221.
4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 401, 408, Fig. 2, Fig. 17.
5) Dieses Stiftchen ist es, welches ich früher in gequollenen Innengliedern als ei
möglicherweise resistent gebliebene Axenfaser deutete (A. f. m. A. Bd. III, p. 245, Fig. 5

welche die Lichtstrahlen, die dem Aussengliede zustreben, in sehr bestimmter Weise von ihrem Gange ablenken.

Ganz räthselhaft in physiologischer Beziehung sind die von HANNOVER zuerst beschriebenen Zwillingszapfen oder Doppelzapfen. [1]) Bei Säugethieren und beim Menschen sind dieselben bisher nicht beobachtet, [2]) dagegen kommen sie bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen vor. Bei Fischen, wo sie am grössten, häufigsten und daher am leichtesten zu finden sind, bestehen sie aus zwei anscheinend ganz gleichen, unter einander verwachsenen Zapfen mit getrennten Aussengliedern und Zapfenfasern, so dass man annehmen könnte, es seien behufs der Vermehrung in der Längstheilung begriffene Zapfen. Anders bei den übrigen Thieren, bei welchen, wie ich gezeigt habe, wesentliche Verschiedenheiten zwischen beiden Hälften der Doppelzapfen herrschen, welche nicht ohne physiologische Bedeutung sein können. Bei Vögeln, Schildkröten, Eidechsen und beim Frosch, bei welchen jeder Zapfen eine farbige oder farblose Kugel enthält, findet sich eine solche immer nur in der einen Hälfte des Doppelzapfens, die andere birgt nur den ellipsoidischen linsenförmigen Körper, welcher bei manchen Vögeln gelb gefärbt ist, aber durch Form und Lichtbrechung auch in diesem Falle immer noch wesentlich verschieden ist von den farbigen Oelkugeln der anderen Zapfenhälfte. [3]) Dabei besteht sehr häufig ein Längenunterschied beider Hälften der Art, dass die mit der Oelkugel weiter nach hinten reicht als die ohne, auch dass die Ebenen, in welchen Innen- und Aussenglied beider Hälften zusammenstossen, nicht zusammenfallen. Betrachten wir das Aussenglied als den Ort des deutlichen Sehens, so würde also für beide Hälften der Doppelzapfen die Nothwendigkeit einer verschiedenen Accomodation resultiren, wenn sie gleiche Functionen hätten und die Lichtstrahlen unter sonst gleichen Bedingungen erhielten. Dies letztere ist aber nicht der Fall, insofern die lichtbrechenden linsenförmigen Körper der Innenglieder beider Hälften wesentlich verschieden sind.

Aus diesem Allen lässt sich entnehmen, dass die linsenförmigen Körper dazu bestimmt sind, den Lichtstrahlen eine Richtung für die endliche Verarbeitung in den Aussengliedern zu geben, welche ihnen, wie es scheint, durch den gröberen lichtbrechenden Apparat nicht gegeben werden konnte.

Sehr merkwürdig ist die verschiedene Vertheilung der Stäbchen und Zapfen in der Thierreihe. Beide Arten percipirender Elemente können durch eine einzige derselben vertreten werden. So entbehren der Zapfen in der Netzhaut gänzlich die Rochen und Haifische, das Flussneunauge und wahrscheinlich der Stör, [4]) unter den Säugethieren die Fledermäuse, der Igel, der Maul-

---

1) HANNOVER, Recherches microscopiques etc. 1844. Genaueres über dieselben bei M. SCHULTZE, A. f. m. A. Bd. III, p. 234.

2) HANNOVER meinte sie hier gefunden zu haben, dies beruht jedoch auf einem Irrthum.

3) A. f. m. A. Bd. III, Taf. XIII, Fig. 6 c.

4) Die Petromyzon bedürfen genauerer Untersuchung, beim Flussneunauge habe ich bei einer vor längerer Zeit sich mir bietenden Gelegenheit im frischen Zustande nur eine Art von Elementen in der Stäbchenschicht gefunden, welche ich wegen der Gestalt des Aussengliedes für Stäbchen gehalten. Nach einer beiläufigen Bemerkung von H. MÜLLER (Auge des Chamaeleon p. 25) finden sich bei Petromyzon marinus Zapfen und Stäbchen gemischt. Beim Stör ist nach BOWMAN (on the Eye p. 89) und nach LEYDIG (Fische und Amphibien p. 9) nur eine Art percipirender Elemente vorhanden, und diese gleichen LEYDIG's Abbildung zufolge nach der Gestalt der Aussenglieder wieder den Stäbchen. Bei den Knochenfischen ist die Mischung von Stäbchen und grossen Zapfen die Regel. Unter einer grösseren Reihe von Ostseefischen, welche ich frisch auf die Vertheilung von Stäbchen und Zapfen untersuchte, und welche den Gattungen Pleunorectes, Gadus, Gasterosteus, Trachurus,

wurf,[1] während ohne alle Stäbchen, also ausschliesslich zapfenführ die Netzhaut vieler Eidechsen, Schlangen und Schildkröten, wahrscheinlich Reptilien ist.[2] Bei den Vögeln ist im Allgemeinen die Zahl der Zapfen ausserordentlich viel grösser als die der Stäbchen, während bei den Säugethieren umgekehrte Verhältniss herrscht. Nur am gelben Fleck der Netzhaut des Mensch und der Affen überwiegen, wie bekannt, die Zapfen, in der Mitte dieser bes scharf percipirenden Stelle fehlen sogar die Stäbchen gänzlich. Die Netzhaut Vögel hat demgemäss in ihrer ganzen Ausdehnung bezüglich der Häufigkeit Zapfen eine Aehnlichkeit mit der Macula lutea des Menschen, welche noch da gesteigert wird, dass die gelben Oelkugeln in den Zapfen der Vögel mit Rücksicht auf die Aussenglieder eine ähnliche Bedeutung haben, wie das gelbe Pigment empfindlichsten Stelle der menschlichen Netzhaut.

Sehr merkwürdig ist, dass die Zahl der Zapfen bei den nur in der Dämmerung oder des Nachts fliegenden Eulen bedeutend zurücktritt, so dass bei diesen Vög wieder die Stäbchen an Zahl überwiegen, und dass gleichzeitig in den Zapfen Intensität des gelben Pigmentes bedeutend geringer ist, als bei den Tagvögeln, rothe Pigment aber ganz fehlt.[3] Bei Säugethieren, welche die Nacht oder Dämmerung dem Tage vorziehen, treten ebenfalls die Zapfen in einer sehr auffallenden Weise zurück oder fehlen, wie bei den Fledermäusen und den andern oben angeführten Fällen, ganz. Ratte, Maus, Siebenschläfer, Meerschweinchen besitzen, wenn überhaupt Zapfen, so doch nur ganz rudimentäre im Vergleich zum Menschen, Schwein, Wiederkäuer, Hund. Die Katze hat deutliche aber dünne Zapfen, das Kaninchen weniger deutliche.[4]

Bemerkenswerth ist ferner auch der Umstand, dass die absolute Länge der Aussenglieder bei den Stäbchen der meisten Nachtthiere sehr ansehnlich ist.[5] Mit der Länge der Aussenglieder nimmt die Zahl der hinter einander liegenden Plättchen zu, deren Dicke, wenn überhaupt, nur wenig variirt. Hiernach wird die in der Plättchenstructur begründete Reflexion und Verarbeitung der Lichtwellen behufs der Perception seitens der Aussenglieder bei grösserer Länge derselben eine vollständigere sein.

Entsprechend der ganz verschiedenen Entwickelungsgeschichte weicht der Bau der Netzhaut wirbelloser Thiere wesentlich ab von der der Wirbelthiere. Dies äussert sich namentlich in der Lage der percipirenden oder der Stäbchenschicht. Bei Mollusken, Gliederthieren und Würmern stellen die Sehnervenenden

Cottus, Crenilabrus und Syngnathus angehörten, fand ich nur bei letzterer Gattung bemerkenswerthe Abweichungen von dem Gewöhnlichen. Die Stäbchen sind hier sehr dick und kurz, wie bei Amphibien, die Zapfen treten sehr zurück, und die Plättchen, in welche die Stäbchen nach kurzer Erhärtung in Osmiumsäure zerfallen, haben zum Theil eine sehr ausgeprägte Halbmondgestalt, ähnlich wie ich es bei Tritonen beschrieben habe.

1) A. f. m. A. Bd. II, p. 198. Bd. III, p. 238.

2) Ebenda, Bd. II, p. 209. W. Krause's Angabe, dass bei Lacerta agilis neben den Zapfen auch Stäbchen vorhanden seien, beruht auf einem Irrthum. Hulke ist, wie ich gezeigt habe, in der Unterscheidung von Stäbchen und Zapfen bei Reptilien nicht glücklich gewesen, so dass dessen Angaben vorsichtig aufzunehmen sind.

3) Vergl. meine Angaben in dem Archiv f. mikr. Anat. Bd. II, p. 208, welche ich nach wiederholten Untersuchungen gegenüber W. Krause's Widerspruch (Membrana fenestrata 1868, p. 29) in allen Stücken aufrecht halten muss.

4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 197. W. Krause's Widerspruch siehe Anatomie des Kaninchens, p. 129 und Membr. fen. p. 30.

5) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 199, Taf. XIV, Fig. 7 Ratte; p. 208, Taf. IX, Fig. 10. 11 Eule; Bd. III, p. 243. W. Krause, Membr. fen. p. 31.

wie bei den Wirbelthieren, eine Schicht pallisadenförmiger Gebilde dar. Diese sind aber dem Anscheine nach in ungleich günstigerer Situation als bei den Wirbelthieren, dem Lichte zugekehrt; sie sind nach vorn gegen die Linse gerichtet, während die Stäbchenschicht bei den Wirbelthieren der Chorioides anliegt. Es findet dieses Verhältniss seine Erklärung in der Entwickelung der Netzhaut, welche sich bei den Wirbelthieren als Ausstülpung der Gehirnblasen (siehe unten), bei den Wirbellosen [1]) als Einstülpung von der Haut bildet.

Unter den Mollusken kennen wir am genauesten den Bau der Netzhaut der Cephalopoden und Heteropoden. [2]) Stäbchenartige Pallisaden, bei den Cephalopoden von ansehnlicher Länge und eine bei Betrachtung mit blossem Auge röthlich aussehende Schicht darstellend, nehmen die innerste Lage der Netzhaut ein, welche durch braunschwarzes Pigment von den äusseren Lagen getrennt ist. Die Stäbchenschicht setzt sich zusammen aus 1) lamellös geschichteten Pallisaden nach Art der Aussenglieder der Wirbelthierstäbchen, doch viel wechselnder in der Gestalt des Querschnittes, welcher halbmondförmig, ringförmig, vierkantig und ganz irregulär geformt sein kann. Auch können benachbarte Pallisaden so unter einander verwachsen, dass sie eine von senkrechten Röhren durchsetzte zusammenhängende Masse darstellen. Die Plättchen, welche diese Pallisaden zusammensetzen, haben meinen Messungen zufolge ungefähr dieselbe Dicke wie bei den Wirbelthieren, d. h. circa 0,5 Mik.; 2) finden sich in den Zwischenräumen zwischen diesen Pallisaden und auf ihrer Oberfläche feine Nervenfibrillen, die letzten Enden der Opticusfasern. Diese treten aus einer Schicht kernhaltiger, spindelförmiger Gebilde, vergleichbar einer äusseren Körnerschicht in die Stäbchenschicht ein, die kernhaltigen Spindeln aber, welche mit ihrem einen Ende ausgefasert in der Stäbchenschicht enden, zerfallen an ihrem anderen, äusseren Ende in Fibrillen, welche aus der Opticusschicht hervorgehen. 3) gehört hierher körniges braunschwarzes Pigment. Dieses fehlt nie an dem äusseren Ende der Stäbchen, und trennt hier diese letzteren von den Spindeln. Dieses Pigment liegt wie die Nervenfasern ausserhalb der lamellösen Pallisaden und umhüllt letztere, erstreckt sich dann weiter in die von den Nervenfasern eingenommenen Zwischenräume zwischen die Pallisaden und bildet oft an dem inneren Ende der Stäbchen, wo dieselben durch eine homogene Membran vom Glaskörper getrennt werden, eine dichte, die Räume zwischen den Pallisaden verstopfende Anhäufung. Das Licht kann in die letzteren eindringen, ist aber durch die dichte Pigmentablagerung von den die Nervenfibrillen bergenden Canälen ausgeschlossen oder erreicht dieselben nur auf dem Umwege durch die lamellösen Pallisaden. (Vergl. besonders M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 15—18).

Es leuchtet ein, dass, wenn unter den auf der Oberfläche der Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen bei den Wirbelthieren verlaufenden feinen Fibrillen auch Nervenfasern sind, ihr Lageverhältniss einmal zu der lamellösen Substanz und zweitens zu dem Pigment der Pigmentepithelzellen der Retina vollkommen ähnlich wäre dem der analogen Gebilde der Netzhaut der Cephalopoden.

In den Augen der Gliederthiere complicirt sich der Bau der Netzhaut entsprechend der Zusammensetzung der Augen aus vielen Einzelaugen. [3]) Aber auch

1) Semper nach einer Mittheilung von Hensen, A. f. m. A. Bd. II, p. 416.

2) Vergl. Babuchin, Würzb. nat. Zeitschr. Bd. V, 1864, p. 125. Hensen, Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Z. Bd. XV; und Bronn, Klassen u. Ordn. d. Th. Mollusken, Taf. 115. Steinlin, Beitr. z. A. d. Ret. St. Gallen, 1865/66, p. 70. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 1. Ueber die Netzhaut anderer Mollusken u. A. Babuchin, Sitzungsb. d. Acad. zu Wien, Juni 1865 und Hensen, A. f. m. A. Bd. II, p. 399, woselbst die Literatur vollständig zu finden.

3) Leydig, Das Auge der Gliederthiere.

hier finden sich hinter den lichtbrechenden Körpern, welche Hornhaut, Linse und Glaskörper zu vergleichen sind, lamellös geschichtete Stäbe[1]) mit ausserordentlichem Reflexionsvermögen, von oft sehr bedeutender Länge. Auch sind sie von dunklem Pigment umhüllt und stehen in nächster Beziehung zu Nervenfibrillen, welche aus der Opticusfaserschicht an ihr hinteres Ende herantreten und in diese oder an ihnen endigen. Die Schichtung aus Lamellen ist hier oft schon bei schwächeren Vergrösserungen erkennbar, wie bei den Krebsen, da die feinsten auch hier $^1/_2$ Mik. an Dicke nicht übersteigenden Plättchen in Gruppen vereinigt sind, welche ein verschiedenes Ansehen besitzen, ja wie beim Flusskrebs in der Farbe unterschieden sein können. Das nähere Verhältniss der Nervenfibrillen zu den lamellösen Stäben ist hier aber minder genau bekannt, als bei den Mollusken.

Unter den Würmern endlich ist wenigstens bei der grossäugigen Alciope eine Analogie im Bau der Stäbchenschicht mit den Verhältnissen bei den höheren Thieren zu bemerken. Die von Krohn zuerst beobachteten Stäbe zeigen, sowie meine in conservirenden Flüssigkeiten aufbewahrten aus Neapel erhaltenen Präparate erkennen lassen, stark lichtbrechende, fein quergestreifte und leicht in der Quere abbrechende Pallisaden, zum Theil röhrenförmig und nach vorn mit Pigment verstopft. In welcher Art die Nervenfibrillen der nach aussen von den Pallisaden gelegenen Opticusschicht in dieser pigmentirten Stäbchenschicht ihr Ende findet, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Es sei hier noch erwähnt, dass neuerdings mehrfach Zweifel an der Bedeutung der Stäbchen und Zapfen als Endorganen der Sehnervenfasern ausgesprochen worden sind. Die Stäbchen und Zapfenfasern sollen bindegewebiger Natur sein und mit Bindegewebszellen und Fasern der inneren Retina-Schichten in Zusammenhang stehen. So meint W. Krause (Membr. fenestr. p. 48), dem sich für die Amphibien in gewissem Sinne Landolt (A. f. m. A. Bd. VII, p. 84) anschliesst. Bei Fröschen, Tritonen und Salamandern besitzt die äussere Körnerschicht, wie angeführt, eine so geringe Ausdehnung und enthält neben den spindelförmigen Stäbchen- und Zapfenkörnern nur so kurze von diesen ausgehende Fasern, dass dieselben zur Entscheidung der schwebenden Frage sehr wenig geeignet erscheinen. Ausserdem giebt Landolt zu, dass die in Rede stehenden Fasern in ihrem Inneren Nervenfasern enthalten können. Aehnlich ist es bei den Vögeln und Reptilien. Bei Säugethieren und Menschen, auf welche sich Krause's Angaben beziehen, ist die Verschiedenheit zwischen den Fasern der Bindesubstanz und den Nervenfasern dem oben Geschilderten zufolge so gross, andererseits die Uebereinstimmung der Stäbchen- und Zapfenfasern mit Nervenfasern so überzeugend, dass der aus den anatomischen Verhältnissen hergeleitete Grund, an der nervösen Natur der Stäbchen und Zapfen zu zweifeln, auf Zustimmung nicht rechnen kann. Warum dieselben bei Durchschneidungen des Nervus opticus, welche W. Krause bei Thieren ausführte, und in einzelnen Fällen von Atrophie des Sehnerven und der Ganglienzellen beim Menschen nicht in Degeneration begriffen gefunden wurden, werden weitere Versuche aufzuklären haben, jedenfalls kann die Thatsache ihrer Persistenz die anatomisch und physiologisch wohlbegründete Annahme nicht umstossen, dass die Stäbchen und Zapfen die Endorgane der Sehnervenfasern darstellen. Dasselbe gilt von den Gründen, welche Manz neuerdings in einer sehr verdienstlichen Arbeit über das Auge der hirnlosen Missgeburten (Virchow's Archiv Bd. LI) gegen die nervöse Natur der Stäbchen und Zapfen geltend gemacht hat.

---

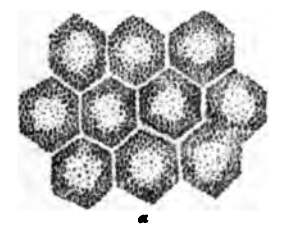
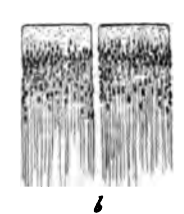
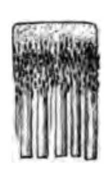
[1]) M. Schultze, Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn 1868.

Ihre Anwesenheit bei Hemicephalen beweist nur, dass die Elemente der äusseren Netzhautschichten sich unter gewissen Umständen unabhängig von denen der inneren weiter entwickeln können, was, wenn die Stäbchen und Zapfen Nervenenden sind, in voller Uebereinstimmung steht mit dem Befunde an anderen Nerven, deren peripherische Endorgane wohl entwickelt gefunden werden können bei mangelnden Centralorganen.

2. Die Pigmentschicht der Netzhaut.

Obgleich mit den Nervenfasern, so viel bekannt ist, in keiner Continuität, gehört doch zur Netzhaut physiologisch und morphologisch die Schicht von Pigmentzellen, welche gewöhnlich als das Pigmentepithel der Chorioides bezeichnet wird. Dieselbe bildet sich während der embryonalen Entwickelung aus dem äusseren Blatte der primären Augenblase, welche aus einer Ausstülpung des embryonalen Gehirnes hervorgeht, und deren inneres Blatt sich in die übrigen Schichten der Netzhaut umwandelt. Später wachsen die Stäbchen und Zapfen aus dem inneren Blatte der primären Augenblase in die Pigmentschicht hinein. Hierdurch kommen beide in die bekannte, sehr innige Verbindung.

Die Pigmentzellen sind gleich sechsseitigen Mosaiksteinen zu einer Haut vereinigt, in welcher die einzelnen Zellen isolirbar bleiben. Der äussere Theil jeder Zelle, welcher an die Chorioides grenzt, ist pigmentarm oder

a b c

Fig. 359. Zellen der Pigmentschicht der Netzhaut des Menschen. *a* von der Fläche gesehen im Zusammenhang, *b* von der Seite gesehen mit den langen haarförmigen, theils pigmentirten, theils pigmentfreien Fortsätzen, *c* eine Zelle ebenso von der Seite gesehen, in welcher Aussenglieder von Stäbchen festhängen.

ganz farblos und enthält meist den kugeligen Kern, daneben bei manchen Thieren (Frosch) intensiv gelb gefärbte Fettkugeln. Der innere Abschnitt der Zellen enthält den charakteristischen körnigen Farbstoff und verlängert sich in Form vieler äusserst vergänglicher Fortsätze zwischen die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen, welche letztere dadurch in pigmentirte Scheiden aufgenommen werden. Diese scheidenartigen Fortsätze der Pigmentzellen lösen sich an ihrem Ende wieder in zahllose feine Fäden auf, welche oft ganz farblos sind und einem Walde von Flimmerhaaren nicht unähnlich sehen. Sie reichen beim Menschen mindestens bis an die Grenze von Aussen- und Innenglied, bei manchen Thieren bis in die Gegend der Limitans externa. Sie um-

schliessen die Stäbchen und Zapfen eng, schmelzen aber bald nach dem Tode ein, worauf die Verbindung zwischen Pigmentzellen und Stäbchen eine lockere wird.

Nach der Erhärtung der ganz frischen Netzhaut in Ueberosmiumsäure pflegen die Aussenglieder aber auch beim Menschen so fest in den Pigmentzellen zu haften, dass sie eher an der Verbindung mit den Innengliedern oder in ihrer Substanz in der Quere abbrechen, als sich von den Zellen lösen.

Die Intensität des Pigmentes schwankt und ist am geringsten bei blonden Individuen, am dunkelsten beim Neger. Hinter der Macula lutea ist die Farbe der Pigmentzellen immer etwas dunkler als in der übrigen Netzhaut. Ganz oder fast frei von Pigment zeigt sich die Netzhaut der Albino's und solcher Stellen der Säugethiernetzhaut, wo in der Chorioides ein stark reflectirendes Tapetum liegt. Die haarfeinen, wimperartigen Zellfortsätze, welche die Stäbchen scheidenartig umhüllen, sind aber auch an diesen farblosen Zellen wohl entwickelt. [1])

Die Pigmentkörnchen selbst, welche meist nicht kugelig, sondern elliptisch und stabförmig aussehen, [2]) sind nach den Angaben von A. Frisch kleine Krystalle, welche in ganz frischem Zustande bei sehr starken Vergrösserungen scharfe Kanten und Ecken erkennen lassen. [3]) Dieselben sind mit ihrem grossen Durchmesser senkrecht gegen die Retinaloberfläche gestellt und erscheinen daher von dieser Fläche aus gesehen im Profil stabförmig. Die längsten fanden Rosow und Frisch 4—5 Mik. lang.

In hohem Grade bemerkenswerth sind die mit Abnahme der Sehschärfe und endlicher Erblindung auftretenden pathologischen Pigmentirungen der Netzhaut, welche den Ophthalmologen unter dem Namen der Retinitis pigmentosa bekannt sind. Es handelt sich bei der sogenannten typischen Pigmententartung wahrscheinlich immer um eine fleckweise Entartung des Pigmentepithels und eine mehr oder minder ausgedehnte Pigmentirung der übrigen Schichten der Netzhaut, zugleich um eine Degeneration der Stäbchen und Zapfen und eine endliche Atrophie der nervösen Bestandtheile der Netzhaut. Das durch den Zerfall der Pigmentepithelzellen frei gewordene körnige Pigment gelangt in die übrigen Schichten der Netzhaut. Das ist natürlich nur möglich nach vorausgegangenen Zerstörungen einzelner Theile der Stäbchen- und Zapfenschicht und der Limitans externa, sowie der äusseren Körnerschicht. In die tieferen Schichten der Netzhaut gelangt, folgt das körnige Pigment der Adventitia der Blutgefässe, also wahrscheinlich perivasculären Lymphscheiden derselben, und verbreitet sich hier weit und auch in diffusen Ablagerungen.

Da der Zustand entweder angeboren vorkommt oder sich doch meist in früher Jugend entwickelt, erblich und namentlich bei Kindern blutsverwandter Eltern beobachtet worden ist, welche bekanntlich ein reiches Contingent zu angeborenen Missbildungen liefern, so kommt Alles zusammen, denselben oder die Disposition

1) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Tafel XIV, Fig 9 *b*.
2) Rosow in Graefe's Archiv. Bd. IX, 3, p. 65.
3) Gestalten des Chorioidalpigmentes, Sitzungsber. d. Acad. zu Wien, 1869, Juliheft.

dazu als eine mangelhafte Entwickelung im äusseren Blatt der primären Augenblase zu kennzeichnen, welches sich (vergl. unten die Entwickelung der Netzhaut) zu dem Pigmentepithel der Netzhaut umwandelt. Bei der innigen Beziehung der Pigmentzellen zu den Stäbchen und Zapfen ist es unausbleiblich, dass Erweichungsprocesse in den Pigmentzellen die Stäbchen und Zapfen selbst und dadurch allmählich central vorrückend auch die übrigen Schichten der Netzhaut in Mitleidenschaft ziehen. Genauere anatomische Untersuchungen dieser ophthalmoskopisch sehr gut verfolgten Degeneration sind nur erst sparsam vorhanden. [1])

Neben dieser das Sehvermögen unaufhaltsam zu Grunde richtenden Pigmentirung scheint eine unschuldigere vorzukommen, welche in einer Entwickelung sternförmiger Pigmentzellen (pigmentirter Bindegewebszellen) in dem Stützgewebe und der Adventitia der Gefässe besteht, wie solche öfters bei Thieren vorkommt, z. B. bei Wiederkäuern von mir beobachtet wurde.

3. Die stützende Bindesubstanz der Netzhaut.

Fast alle Schichten der Netzhaut sind von einem Gewebe durchsetzt, welches neben dem bisher betrachteten Nervengewebe an vielen Stellen einen ansehnlichen Raum einnimmt, es ist die stützende Bindesubstanz. Mit derjenigen des Sehnerven zusammenhängend, [2]) stellt sie in der Netzhaut ein Gerüst sehr eigenthümlicher Art dar, verschieden nach den verschiedenen nervösen Bestandtheilen der einzelnen Schichten, welche dieses Gerüst umschliesst. Diese Bindesubstanz hat in ihrem Bau die grösste Verwandtschaft mit derjenigen des Gehirns und Rückenmarkes und wird von VIRCHOW wie jene Neuroglia genannt. Wir bezeichnen dieselbe als spongiöse Bindesubstanz und unterscheiden in derselben die beiden Grenzmembranen Limitans interna und externa, die radialen Faserzüge als die radialen Stützfasern im Gegensatz zu den radialen Nervenfasern und die gröberen und feineren die Stützfasern verbindenden Netze, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem Gewebe eines Schwammes der ganzen Substanz den Namen gegeben haben. Die Membrana limitans interna (Limitans hyaloidea HENLE) liegt der Oberfläche des Glaskörpers dicht an und ist mit derselben oft innig verwachsen, die Limitans externa scheidet die Schicht der äusseren Körner von den Stäbchen und Zapfen, und zwischen beiden ausgespannt, wie zwischen Fussboden und Decke dicht gestellte Säulen, stehen in grosser Zahl die radialen Stützfasern.

Indem diese aber in allen Schichten der Netzhaut durch seitliche Ausläufer oder Verästelungen in das zwischen ihnen liegende spongiöse Gewebe der Bindesubstanz übergehen, stellen sie selbst nur Theile dieses letzteren dar

---

1) DONDERS in GRAEFE's Archiv. Bd. III, p. 139. SCHWEIGGER-SEIDEL, ebenda Bd. V, 1, p. 96. LEBER, ebenda Bd. XV, 1869, 3, p. 1. Eine vorzügliche ophthalmoskopische Darstellung in LIEBREICH's Atlas. Taf. VI, Fig. 1. Eine Ablagerung von Pigment längs der Radialfasern beobachtete IWANOFF, GRAEFE's Archiv. Bd. XI, 1, p. 153.

2) Vergl. KLEBS, VIRCHOW's Archiv. Bd. XIX, p. 321.

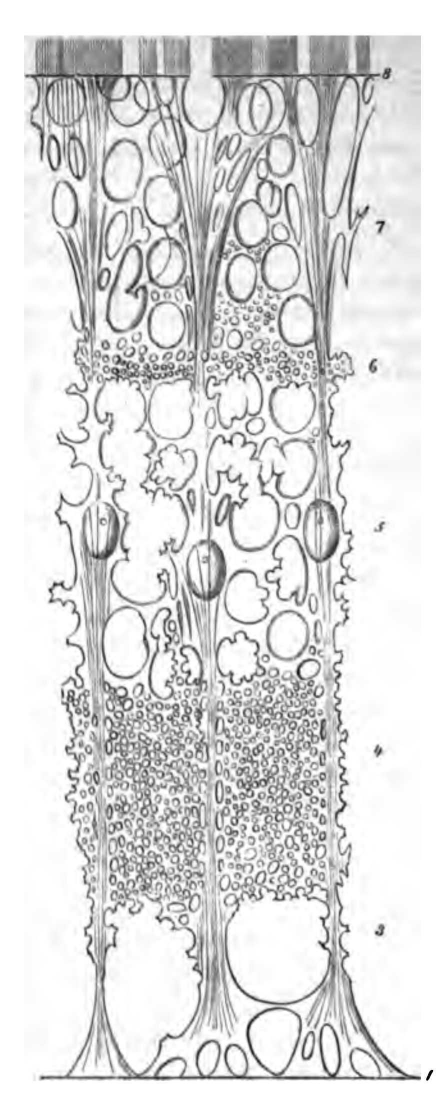


Fig. 860. Schematische Darstellung der Bindesubstanz der Netzhaut, entsprechend dem Verhalten derselben in der Nähe der Ora serrata. 1 Limitans interna, 3 Gegend der Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körner-, 6 äussere granulirte, 7 äussere Körnerschicht, 8 Limitans externa, über welche die Faserkörbe hinausragen, welche die Basen der Zapfen und Stäbchen umschliessen. Vergr. 800.

und unterscheiden sich von denselben nur durch eine etwas grössere Resistenz, welche es möglich macht, sie zu isoliren, während das fein spongiöse Netzwerk zwischen ihnen zerstört oder zerrissen wird. Dabei bleiben an ihnen immer kleinere oder grössere Fetzen des Schwammgewebes oder wenigstens seitliche Ausläufer an den radialen Stützfasern auf kurze Strecke erhalten und bedingen die eigenthümliche, ganz charakteristische Rauhigkeit ihrer Oberfläche. Das Netzwerk aber, welches wie bei einem Schwamm nicht nur aus Fasern, sondern auch aus membranösen Platten besteht, welche Schalen und Scheiden um die nervösen Elemente bilden, ist nach den verschiedenen Schichten der Netzhaut verschieden dicht, enthält grosse Lücken zur Aufnahme der Ganglienzellen, kleinere für die inneren Körner, die feinsten für die Nervenfasern der beiden granulirten Schichten.[1] Hier lösen sich oft die radialen Fasern in dem Schwammgewebe vollständig auf, und so kommt es, dass z. B. viele derselben, welche von der Limitans interna aus durch alle Schichten zu verfolgen sind, z. B. in der äusseren granulirten Schicht auf-

[1] Den abweichenden Ansichten gegenüber, welche zumal die Structur des spongiösen Gewebes der granulirten Schichten betreffen (vergl. Henle und Merkel in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXXIV; 1869, p. 51 u. f.), könnte ich nur wiederholen, was ich in meinen »Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, Halle 1862« p. 29, gesagt habe. Für die granulirte Substanz der Hirnrinde gebe ich gerne zu, dass unsere Methoden und Linsensysteme noch nicht ausreichen, aber die spongiöse Substanz der Netzhaut ist bei Berücksichtigung aller Cautelen mit unseren besten Immersionslinsen auch in den granulirten Schichten vollkommen klar als Netzwerk zu erkennen.

hören, [1]) die äussere Körnerschicht also nicht erreichen. Andererseits verschwinden wieder manche Radialfasern im Netzwerk der inneren granulirten Schicht, welche sich von den äusseren Schichten her verfolgen liessen, [2]) endlich kommen auch radiale Stützfasern vor, welche keine der beiden Limitantes erreichen.

Am constantesten finden sich die radialen Stützfasern in der inneren Körnerschicht. Hier enthält auch der grösste Theil derselben in seiner Substanz einen ovalen Zellenkern von homogener Beschaffenheit mit deutlichem Kernkörperchen. Von körnigem Protoplasma um den Kern pflegt Nichts sichtbar zu sein. Diese kernhaltigen Stellen der radialen Stützfasern stellen die oben erwähnte zweite Art der inneren Körner dar. Sehr regelmässig pflegen dann diese Stützfasern die Schicht der Opticusfasern zu durchsetzen, um an der Bildung der Limitans interna theilzunehmen. Hier stehen die Stützfasern meist in Reihen entsprechend der Richtung der Nervenfasern und ihrer bündelweisen Gruppirung, [3]) und gehen in abgeplattet kegelförmige Anschwellungen oder nach vorheriger Theilung, wie Wurzeläste aus einem Baumstamm, in mehrere solcher Endanschwellungen über, [4]) welche sich schliesslich zu einer an der Glaskörperseite glatten Membran, der wiederholt genannten Membrana limitans interna vereinigen. [5]) An manchen Stellen bleibt die membranöse Verbindung der Radialfaserenden aus, ein feines Fasernetz füllt dann die Lücken zwischen den abgestutzten Kegeln aus, und die Limitans ist filigranartig durchbrochen. Ein solches Bild gewähren Flächenansichten dieser Haut beim Kaninchen. Am gelben Fleck, wo die Opticusfasern als besondere Schicht fehlen und die Ganglienzellen die innere Oberfläche der Retina einnehmen, fehlen zu einer Limitans interna sich vereinende dickere Radialfaserenden. An dieser besonders weichen Stelle der Netzhaut treten überhaupt radiale Stützfasern sehr zurück. Dennoch fehlt hier eine Limitans interna keineswegs, ist vielmehr als besondere Haut leicht abhebbar und sehr resistent. In Uebereinstimmung mit den übrigen Theilen der Netzhaut erscheint dieselbe als ein dichterer membranöser Theil der stützenden Bindesubstanz, löst sich aber von ihrer Unterlage, der spongiösen Substanz zwischen den Ganglienzellen um so leichter, je grösser der Consistenzunterschied ist. Die Limitans interna ist auch am gelben Fleck an ihrer äusseren Fläche sehr deutlich rauh durch unzählige abgerissene Faserreste und bekundet so ihren Zusammenhang mit den zunächst angrenzenden Partien der Bindesubstanz, welche freilich von den reihenweis stehenden Radialfaserenden der mehr peripherischen Theile der Netzhaut sehr verschieden sind.

Ueber die Membrana limitans interna herrschen einige Meinungs-

1) M. Schultze, A. f. m. A. Taf. XIV, Fig. 6, 8 b, 8 c, 10 b.
2) Ebenda, Taf. XI, Fig. 13.
3) Kölliker, Gewebelehre. Aufl. 5, p. 680, Fig. 488.
4) M. Schultze, De ret. st. pen. Fig. 8.
5) Schelske in Virchow's Archiv. Bd. XXVIII, p. 482.

verschiedenheiten, welche, wie ich glaube, auf der verschiedenen Dicke und Resistenz dieser Haut an verschiedenen Stellen der Retina des Menschen und bei verschiedenen Thieren und auf ihrer häufigen Verwachsung mit dem Glaskörper beruhen. KÖLLIKER [1]) macht darauf aufmerksam, dass die grosse Weichheit und Vergänglichkeit der Radialfasern gegenüber der Widerstandsfähigkeit der Limitans gegen eine Zusammengehörigkeit beider spreche, und betrachtet demgemäss die Limitans interna als eine Bildung für sich, welche den Glashäuten anzureihen sei. Dem gegenüber lässt sich anführen, dass auch Glashäute, wie die Elastica anterior der Cornea oder die innere der Chorioides mit ihrer Unterlage verwachsen und zugleich mit dieser und aus dieser entstanden sein können, dennoch aber wesentliche Verschiedenheiten besitzen lösenden Reagentien gegenüber. Ich vermag eine andere Art Membrana limitans interna als oben geschildert nicht zu finden, wobei ich die Zusammengehörigkeit mit der stützenden reticulären oder spongiösen Bindesubstanz in den Vordergrund stelle, die Trennbarkeit der Limitans und Verschiedenheit in der Resistenz zwischen ihr und der spongiösen Unterlage namentlich für den gelben Fleck vollständig anerkenne. Auch HENLE hält die Limitans interna für eine selbständige Haut, an deren Aussenfläche sich die radialen Stützfasern mit ihren verbreiterten Enden anlegen. [2]) Er nennt sie aber Limitans hyaloidea, um anzudeuten, dass die von manchen Autoren beschriebene besondere Haut des Glaskörpers identisch mit der Limitans sei. Sehr instructiv für die Beobachtung des Zusammenhanges der Stützfasern mit der Limitans interna sind die Zustände der Wucherung der Bindesubstanz bei Atrophie der nervösen Bestandtheile der Netzhaut, wie sie z. B. von IWANOFF [3]) geschildert wurden in einem Falle, wo die Hypertrophie der radiären Fasern bis in den Glaskörper reichende circumscripte Anschwellungen erzeugte.

Die Limitans externa ist als eine isolirbare Membran nicht zu betrachten. Sie besteht ganz ähnlich der interna aus einer membranösen Verbreiterung der Radialfasern oder, wo solche als isolirbare Fasern in der äusseren Körnerschicht fehlen, der die äusseren Körner mit ihren Nervenfasern in mannigfach verschiedener Weise umhüllenden Bindesubstanz. Diese Bindesubstanz der äusseren Körnerschicht fehlt nirgends, [4]) auch nicht am gelben Fleck, wo sie neben den langen Zapfenfasern unbekannt war, bis MERKEL sie als zarte, diese Fasern umhüllende Scheiden nachwies. [5])

Wo, wie bei den Vögeln, der Uebergang radialer Stützfasern aus der inneren in die äussere Körnerschicht leicht zu beobachten ist, verzweigen sich jene Fasern und bilden membranöse Kapseln um die äusseren Körner und ihre nervösen Fasern. Sind nach mässiger Erhärtung durch Zerschütteln

1) Gewebelehre. 5. Aufl. p. 684.
2) Eingeweidelehre, p. 658.
3) GRAEFE's Archiv. Bd. XI, Abth. 1, p. 141, Taf. III. und IV.
4) W. KRAUSE's Widerspruch Membr. fenestr. p. 19.
5) Macula lutea etc. p. 7.

kleiner Netzhautpartikelchen diese Körner und mit ihnen die Stäbchen und Zapfen möglichst entfernt, so bleibt das Stützgewebe allein übrig und stellt ein System von Scheiden dar, welches nur bei Anwendung sehr starker Vergrösserungen einigermaassen verständlich wird. Die Scheiden selbst zeigen eine feine parallele Streifung als Andeutung fibrillärer Zusammensetzung und hören an der Membrana limitans externa, an deren Bildung sie sich betheiligen, noch nicht auf. Ueber die letztere ragt nämlich eine Unzahl feiner starrer Fäserchen hinaus (Fig. 360, 8), welche, in Kreise gruppirt, Faserkörbe bilden, aus denen die Zapfen herausfallen, wie oben bereits beschrieben wurde. Es gewährt ganz den Anschein, dass diese Fäserchen aus den ebenfalls faserigen Scheiden hervorgehen, welche die äusseren Körner einhüllen. [1]) Offenbar sind es Bruchstücke dieser Faserkörbe gewesen, welche ich früher (A. f. m. A. Bd. II, Taf. XI, Fig. 13) vom Huhn in einem gewissen Zusammenhang mit den Bindesubstanzscheiden der äusseren Körnerschicht abgebildet habe, und welche W. Krause beschreibt und »Nadeln« nennt [2]) und als ein constantes Element der Stäbchen- und Zapfenschicht bezeichnet. Auch Iwanoff's Abbildung einer durch suppurative Entzündung macerirten menschlichen Retina (Graefe Archiv. Bd. XV, 2, Taf. II, Fig. 2), in welcher die nervösen Elemente fast sämmtlich zu Grunde gegangen sind, und nur der Stützapparat übrig geblieben ist, wird hierher gehören.

Diese Faserkörbe, welche sich in der beschriebenen Weise isoliren lassen, scheinen bei allen Wirbelthieren wie beim Menschen vorzukommen. In wie weit sie es sind, welche sich auch auf die Oberfläche der Aussenglieder fortsetzen, bedarf weiterer Untersuchungen. [3])

Ausser den Kernen, welche innerhalb der inneren Körnerlage in den radialen Stützfasern vorkommen, finden sich solche in der stützenden Bindesubstanz auch anderer Schichten, wenn auch meist nur spärlich vertheilt, so namentlich in den beiden granulirten Schichten. [4]) Die Bedeutung derselben wächst bei solchen pathologischen Processen, welche mit einer Vermehrung der Zellen der Bindesubstanz Hand in Hand gehen. Wenn auch die Angaben über eine Vermehrung dieser Zellen durch Theilung mit Vorsicht aufzunehmen sind, so lässt sich als festgestellt betrachten, dass unter Umständen um die blassen ovalen Kerne der Bindesubstanz ein fein- oder grobkörniges, Fettkügelchen enthaltendes Protoplasma sich ansammeln, und dass die Zahl dieser Zellen gegenüber dem, was wir von denselben im normalen Zustande wissen, sehr zunehmen kann. Die Fettmetamorphose der Netzhaut beschränkt sich übrigens nicht auf die nächste Umgebung der Bindesubstanzkerne, sondern kann auch, wie z. B. bei Morbus Brightii, in zierlichen Körnchenreihen in der ganzen Länge der Stützfasern, namentlich gegen die inneren

1) Vergl. die Abbildung A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 4 vom Menschen.

2) Membr. fenestr. p. 6, Taf. I, Fig. 5 und 7.

3) In einem in dem VII. Bande des Archiv f. mikr. A. p. 81 erschienenen Aufsatze spricht E. Landolt auf Grund seiner Untersuchungen an Amphibien die Meinung aus, dass auch die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen in einer der stützenden Bindesubstanz angehörenden Hülle gelegen seien.

4) Vergl. u. A. Nagel in Graefe's Archiv. Bd. VI, p. 218.

Schichten der Netzhaut hin auftreten, so dass man diese Fasern für [illegible] könnte. Auch in der äusseren Körnerschicht habe ich fettig entartete Zellen, welche ich nach der Beschaffenheit ihres Kernes für Elemente der Bindesubstanz halten musste, beobachtet, so dass wir der äusseren Körnerschicht, so dicht gedrängt auch ihre nervösen Zellen liegen, das Vorkommen von Kernen der Bindesubstanz auch im normalen Zustande nicht werden absprechen dürfen. Es ist dies wichtig für die Frage nach der ersten Entstehung gewisser Geschwülste der Netzhaut, welche Virchow Gliome nannte, [1]) um anzudeuten, dass ein wesentlicher Bestandtheil derselben mit der spongiösen Bindesubstanz (Neuroglia) übereinstimmt, und von denen behauptet wird, dass sie auch von der äusseren Körnerschicht ausgehen können. [2])

Wir verdanken H. Müller die Kenntniss eigenthümlicher, beim Barsch und Kaulbarsch (Acerina cernua) in doppelter Lage vorkommender glatter sternförmiger und anastomosirender Zellen, welche der äusseren granulirten Schicht (Zwischenkörnerschicht) innen anliegen [3]) und jedenfalls keine Ganglienzellen sind. Dieselben haben sich ähnlich auch bei vielen anderen Thieren, wenn auch nicht immer so leicht isolirbar, gefunden und stellen in ihrer höchsten Entwickelung bei Fischen eine nach innen von der äusseren granulirten Schicht gelegene besondere Lage dar, welcher ich den Namen des Stratum intergranulosum fenestratum gegeben habe. [4]) Die Substanz der kernhaltigen und durch Ausläufer anastomosirenden oder wie mit dem Locheisen ausgestossenen Platten besitzt häufig die Structur netzförmig gestrickter (Plagiostomen) oder fibrillärer Bindesubstanz (Perca [5]) und hängt, wie ich gezeigt habe, mit derjenigen der radialen Stützfasern oft direct zusammen. Bei Perca fluviatilis finde ich diese gefensterte Zwischenkörnerschicht aus drei besonderen Lagen zusammengesetzt. Die Mitte nehmen die platten sternförmigen Zellen ein, welche vielfach anastomosiren, deren Ausläufer aber auch ebenso breit wie die Zellen werden können, so dass die Schicht mehr einem Netz breiter, kernhaltiger Fasern gleicht. Dieselbe wird auf der einen Fläche bedeckt von einem Netz dünner, den elastischen Fasern ähnlich sich verzweigender und durchflechtender Fasern, welche in einfacher Lage ein weitmaschiges Gewebe bilden. Auf der anderen Fläche liegt eine dünne Platte scheinbar feinkörniger, mit runden Kernen durchsetzter Substanz von grosser Zartheit, in welcher sich runde Löcher befinden.

W. Krause beschreibt neuerdings [6]) die äussere granulirte Schicht bei Mensch und Thieren als zusammengesetzt aus einer Lage platter Zellen von bedeutender flächenhafter Ausbreitung. Diese Zellen, welche mit ihren Fortsätzen anastomosiren und so eine gefensterte Membran herstellen, sollen zugleich mit den Zapfen- und Stäbchenfasern in Continuität stehen, indem deren kegelförmige Endanschwellungen in die Substanz der Zellen oder deren Ausläufer übergehen. Andererseits sollen auch die radialen Stützfasern, welche ihr eines Ende in der Limitans interna haben, in dieser gefensterten Haut endigen und niemals die Limitans externa erreichen. Die Löcher der Membrana fenestrata

1 Vorlesungen über Geschwulste. Bd. II. p. 158.

2 Vergl. Iwanoff in Graefe's Archiv Bd. XV, 2. p. [illegible] Iwanoff geht hier offenbar zu weit, wenn er behauptet, aus der äusseren Körnerschicht könne sich kein Gliom entwickeln, denn Neuroglia, d. h. spongiöse Bindesubstanz ist, wie ich schon 1859, de retin. str. pen. bewiesen habe, unzweifelhaft in dieser Schicht enthalten.

3 Zeitschr. f. w. Z. Bd. VIII, p. 17.

4 De ret. str. pen. p. 13. Fig. 5 f. Fig. 6.

5 M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 269.

6 Die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig 1868. p. [illegible]

sollen aber eingenommen sein von eigenthümlichen inneren Körnern, welche nach W. KRAUSE die Endzellen der Opticusfasern sind, mit denen Stäbchen und Zapfen also nicht mehr in Continuität gebracht werden können, da diese mit ihren Fasern in die der Bindesubstanz angehörende gefensterte Haut übergehen sollen. Mit dieser Darstellung vermag ich die Resultate meiner Untersuchungen nicht in Einklang zu bringen.

Zur Bindesubstanz der Retina sind endlich die Blutgefässe derselben zu rechnen, welche sich beim Menschen in allen inneren Schichten bis zur äusseren granulirten durch die ganze Retina, mit Ausnahme der Fovea centralis, verbreiten. Der Zusammenhang ihrer äusseren Wand mit der reticulären Bindesubstanz ist in ähnlicher Weise wie in den Lymph- und lymphoiden Drüsen zu beobachten. Wahrscheinlich kommen hier, wie HIS [1]) vermuthet, perivasculäre Lymphbahnen vor. Der Verlauf der Gefässe wird an einem anderen Orte geschildert werden.

4. Macula lutea und Fovea centralis.

Die bisher geschilderten Elementartheile der Netzhaut erleiden in ihrer Form und Anordnung zum Theil eine wesentliche Veränderung an der Stelle, wo beim Menschen und bei den Affen der gelbe Fleck und die Centralgrube liegen. Nahezu in der Verlängerung der Augenaxe, lateral vom Sehnerveneintritt lagert sich zwischen die Elemente der verschiedenen Schichten, mit Ausnahme der der Stäbchen und Zapfen und der äusseren Körnerschicht ein intensiv gelber Farbstoff. Das Centrum des gelben Fleckes tieft sich an der vorderen, dem Glaskörper zugewandten Fläche zur Fovea centralis aus. Der Farbstoff, welcher in dieser Grube am intensivsten ist, am Rande des gelben Fleckes allmählich verblasst, besitzt keine körnige Structur, sondern ist vollkommen hyalin und stört demgemäss die Durchsichtigkeit der Netzhaut an dieser Stelle wesentlich nur in so fern, als er einen erheblichen Theil der violetten und blauen Strahlen absorbirt, ehe dieselben die Zapfenschicht erreichen. [2]) Mit Hülfe des Browning'schen Spectralapparates habe ich die Verkürzung am violetten Ende des Spectrums unter dem Mikroskope sehr deutlich erkannt. Besondere Absorptionsstreifen habe ich bei dieser Beobachtung nicht wahrgenommen. Nach HUSCHKE [3]) variirt die Intensität der Farbe des gelben Fleckes, welcher bei Blauäugigen heller gefunden wird als bei Menschen mit braunen Augen.

Die Netzhaut ist an der Stelle des gelben Fleckes, mit Ausnahme natürlich der Fovea centralis, dicker als in der Umgebung, aber weicher und zu Leichenveränderungen geneigter. Wahrscheinlich durch die leichtere Quellbarkeit erklärt es sich, dass sich meist sehr bald nach dem Tode diese Stelle als sogenannte Plica centralis aufwulstet. Bekannt ist, dass die dünne Mitte des gelben Fleckes sehr leicht einreisst und nun als eine Lücke in der Substanz

1) Verhandl. d. nat. Ges. zu Basel. Bd. IV, 2, p. 256.

2) Nach PREYER (PFLÜGER's Archiv Bd. I, p. 299) finden sich bei MAXWELL die ersten bezüglichen Andeutungen. Vergl. ferner M. SCHULTZE, Ueber den gelben Fleck der Retina. Bonn 1866.

3) Eingeweidelehre in SÖMMERING's Anatomie, p. 727.

(Foramen centrale) erscheint. Der hohe Grad von Weichheit und Vergänglichkeit der Substanz des gelben Fleckes erklärt sich aus dem Umstande, dass die zarteren nervösen Elemente hier an Masse weit überwiegen über die an den übrigen Stellen der Retina einen grösseren Raum einnehmenden Netze und Fasern des Stützgewebes. Es häufen sich an der Macula lutea, entsprechend ihrer physiologischen Bedeutung als empfindlichste Stelle der Netzhaut, die nervösen Elemente bedeutend an. Am ansehnlichsten verdickt erscheint dadurch die Schicht der Ganglienzellen und die innere Abtheilung der äussern Körnerschicht, welche Henle als äussere Faserschicht bezeichnet. Dagegen fehlt eine zusammenhängende Lage von Nervenfasern unter der Limitans interna. In der percipirenden Schicht treten schon am äussersten Rande der Macula lutea die Stäbchen sehr zurück, indem ihre Stelle von Zapfen eingenommen wird, und schwinden endlich ganz. Die Zapfen aber, welche dicht gedrängt neben einander stehen, werden bis zum Rande der Fovea centralis immer dünner, so dass sie hier in ihrer Dicke Stäbchen gleichen. Hierdurch wird erreicht, dass in der Fovea eine viel grössere Zahl von Zapfen Platz findet, als auf einem gleichen Raume der Umgebung. Die Dicke der Zapfenfasern aber, welche die äussere Körnerschicht durchsetzen, ist bei den dünnen Zapfen der Fovea centralis nur wenig geringer als bei den dicken der mehr peripherischen Theile der Netzhaut. Es endigt also an jedem dünnen Zapfen der Fovea eine ähnlich grosse Zahl von Nerven-Primitivfibrillen wie an jedem dicken der Peripherie.

Die Anordnung der Zapfen des gelben Fleckes ist eine überraschend regelmässige. Sie stehen nämlich in Bogenlinien, [1]) welche in der Richtung nach dem Centrum des gelben Fleckes convergiren und eine Chagrinzeichnung hervorrufen, etwa wie sie die Rückseite vieler Taschenuhren ziert. Diese Anordnung, welche Hensen [2]) auf Grund physiologischer Betrachtungen vorausgesagt hatte, ist in voller Regelmässigkeit entwickelt, so lange die Zapfen von der Peripherie des gelben Fleckes bis zum Rande der Fovea an Durchmesser successive abnehmen. Sie macht einer unbestimmteren Bogengruppirung Platz in der Fovea selbst, wo die Zapfen auf einer Kreisfläche von circa 0,2 Mill. Durchmesser alle die gleiche Dicke haben.

Wie die Dicke der Zapfen gegen die Fovea hin abnimmt, so nimmt die Länge derselben zu. Die Aussenglieder, welche sich an den mehr peripherischen Theilen der Netzhaut zwischen den Stäbchen verstecken und die Länge der letzteren nicht erreichen, werden am gelben Fleck ebenso lang, wie die der Stäbchen waren, die sie allmählich verdrängen, und übertreffen die letzteren sogar, zumal wenn in der Fovea die übrigen Schichten der Netzhaut gegen den Glaskörper zu etwas ausweichen, gleichsam um den länger gewordenen Zapfen Platz zu machen. [3]) In einem solchen Falle fand ich die

1) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Taf. XII.
2) Virchow's Archiv Bd. XXXV, p. 403.
3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 229, Taf. XIII. Fig. 4.

längsten Zapfen über 100 Mik. lang. Auch H. MÜLLER und HULKE haben die Zapfen der Fovea länger gefunden, als an den übrigen Theilen des gelben Fleckes. [1]) Die dünnsten Zapfen der Fovea messen an ihrer Basis im Durchschnitt 3 Mik. Dicke. Diese sind auf eine Kreisfläche von beinahe 200 Mik. Durchmesser vertheilt, welche Zahl, wie erwähnt, den Durchmesser der Fovea centralis, wenn dieser nach den kleinsten percipirenden Elementen bestimmt wird, angiebt. Ich zählte auf diesem Raum in mehreren Durchmessern an der ganz frischen menschlichen Netzhaut 50 Zapfen, alle von gleicher geringer Dicke. Hiernach berechnet, wäre jeder Zapfen beinahe 4 Mik. dick gewesen. Doch sind feine Zwischenräume zwischen den Zapfen abzurechnen. An erhärteten Präparaten fallen Messungen isolirter Zapfen leicht unter 3 Mik. aus, HENLE fand an Alkoholpräparaten sogar nur 2 Mik. WELCKER, dem wir sehr genaue Messungen an der ganz frischen Netzhaut eines Hingerichteten verdanken, bestimmte die Dicke der Zapfen der Fovea zwischen 3,1 und 3,6 Mik. im Mittel zu 3,3. [2]) Die langen conischen Aussenglieder spitzen sich gegen die Chorioides bis auf 1 Mik. und darunter zu. Diese sind von den Pigmentscheiden der an der Macula lutea meist dunkler als in der Umgebung gefärbten Zellen der Pigmentschicht umhüllt und ragen bis an den ungefärbten äusseren Theil dieser Zellen. Daher wird man auch beim Menschen, wie ich dies bei Thieren, zumal bei Vögeln, beobachtete, an einer noch mit unverrückten Pigmentzellen bedeckten ganz frischen Macula lutea die natürlichen Enden der Zapfen wahrscheinlich als helle Flecke, umgeben von dunklem Pigment, sehen können, wie ich dies in einer früheren Arbeit schematisch dargestellt habe. [3])

In der Grösse der äusseren Körner und der Dicke der Zapfenfasern ist, wie erwähnt, kein erheblicher Unterschied zwischen den betreffenden Theilen der Macula lutea und den peripherischen Theilen bemerkbar. Dagegen weicht der V e r l a u f der Zapfenfasern sehr wesentlich ab. Wie seit BERGMANN's ersten bezüglichen Angaben bekannt ist, stellt sich in der äusseren Körnerschicht und namentlich in der aus dieser Schicht hervorgehenden inneren Abtheilung derselben, welche keine Zellen, sondern nur freie Fasern enthält, schon ausserhalb des Randes des gelben Fleckes ein von der radiären Richtung zur flächenhaften abweichender Faserverlauf ein, welcher mit der Verdickung der betreffenden Schicht bis zum Rande der Fovea immer schiefer, stellenweise sogar der Fläche der Retina parallel wird. Die Stäbchen und Zapfenfasern und später die Zapfenfasern allein biegen in Linien, welche rückwärts verlängert alle in der Fovea oder in der durch die Fovea gehenden verlängerten Augenaxe zusammenlaufen würden, ab und erreichen somit die

1) HULKE, Philos. transact 1857, p 110.

2) Zeitschr. für rat. Medicin. Bd. XX, 1863, p. 176. Andere Messungen sind zu vergleichen: M. SCHULTZE in REICHERT und DU BOIS REYMOND, Archiv 1861, p. 784, und H. MÜLLER in d. Würzb. nat. Zeitschr. Bd. II, 1861 p. 219.

3) A. f. m. A. Bd. II. Taf XII, Fig. 1.



Fig. 361. Schematischer Durchschnitt durch die Macula lutea und Fovea centralis der menschlichen Netzhaut. Vergr. 140fach. 2 Opticusfasern, 3 Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körner-, 6 äussere granulirte, 7 a äussere Faser-, 7 äussere Körnerschicht, 9 Stäbchen und Zapfen, 10 Pigmentschicht.

äussere granulirte Schicht nicht auf dem kürzesten Wege, wie dies die mehr peripherischen Fasern der äusseren Körnerschicht thun. Denn die allmählich sich so nothwendiger bildende Verlängerung der Zapfenfasern entsteht in einem gewissen Kreise um die Fovea eine Schicht horizontal verlaufender Zapfenfasern, deren Anfang und Ende freilich nicht gestellt ist, die aber in einer gewissen Ebene wie Radien von der centralen Fovea ausstrahlen.[1] Es findet diese Bildung in der Existenz der Fovea ihre Erklärung. An dieser schwinden alle Schichten der Netzhaut, mit Ausnahme derjenigen der Zapfen und äusseren Körner, bis auf ein Minimum. Die Zapfenfasern dieser Gegend müssen, um den Anschluss zu erreichen, nach allen Richtungen divergirend aus einander laufen. Ausserhalb der Fovea finden sie die zu ihnen gehörigen inneren Körner, innere granulirte Substanz und Ganglienzellen. Hier kommen aber aus der ununterbrochenen Zapfenschicht bereits Massen neuer Zapfenfasern, um die ihnen zukommende Verbindung aufzusuchen. Und wenn auch die Ganglienzellenschicht sich an der Macula lutea bedeutend verdickt, so ist dies doch nicht mit derjenigen der inneren Körner der Fall. Die Fasern drängen sich also nach aussen,

1) MERKEL l. c. Fig. 11, Taf. 1.

bis endlich ausserhalb des gelben Fleckes der rein radiäre Verlauf der Zapfen- und Stäbchenfasern sich wieder herstellt, der für die übrigen Theile der menschlichen Netzhaut wie für die Netzhäute der Thiere ohne Fovea centralis die Regel ist. Auch auf die Nervenfasern der inneren Körnerschicht kann sich der schiefe Verlauf noch ausdehnen, wie HULKE beobachtete. An Durchschnitten durch die Macula lutea und Fovea centralis fand ich einen schiefen Verlauf der Stäbchen- und Zapfenfasern im horizontalen Meridian bis 2 Mill. nach aussen jederseits von der Fovea, im vertikalen dagegen nur 1,5 Mill. weit. Nach RUD. SCHIRMER's Angaben über das ophthalmoskopische Bild der Macula lutea im gesunden Auge sieht dieselbe immer queroval aus, so dass sich ihr horizontaler Durchmesser zu dem verticalen wie 4 : 3 verhält. [1])

Die Ganglienzellen des gelben Fleckes sind zum grossen Theil bipolar, wie dies von verschiedenen Beobachtern, neuerdings von MERKEL hervorgehoben wird.

Die Bindesubstanz ist, wie bereits oben erwähnt wurde, am gelben Fleck besonders zart und entbehrt der dickeren radialen Stützfasern. Die Membrana limitans interna dagegen wird zu einer ansehnlich festen Grenzmembran. Sie soll nach MERKEL eine Dicke von 3 Mik. erreichen, verdünnt sich jedoch in der Fovea centralis wieder bedeutend. Sie löst sich ausserordentlich leicht von der zarten spongiösen Bindesubstanz, welche zwischen den Ganglienzellen liegt (vergl. oben p. 1017).

Eine Macula lutea mit Fovea centralis kommt unter den Säugethieren nur noch den Affen zu, und stimmt hier in ihrer Structur mit der des Menschen wesentlich überein. [2]) Ueber eine dem gelben Fleck im Bau ähnliche Area centralis in der Netzhaut mehrerer Säugethiere haben REMAK und H. MÜLLER [3]) Andeutungen gemacht, doch fehlen alle genaueren Angaben. Dass in der Netzhaut einiger Vögel nicht nur eine, sondern sogar zwei weit von einander entfernte Gruben vorkommen, entdeckte H. MÜLLER, [4]) ohne jedoch Angaben über die in denselben vorkommenden percipirenden Elemente zu machen. Meinen Untersuchungen zufolge sind die percipirenden Elemente in den beiden Centralgruben des Falken Zapfen von geringerer Dicke als in der Umgebung und nur mit gelben Pigmentkugeln, nicht zugleich mit rothen versehen, wie sie in den übrigen Theilen der Netzhaut der Vögel vorkommen. Stäbchen fehlen zwischen ihnen gänzlich. [5]) Eine sehr entwickelte Fovea zeichnet die Netzhaut des Chamäleon aus, über deren feineren Bau wir genaue Angaben von H. MÜLLER [6]) und HULKE [7]) besitzen. Wie es bei den Reptilien überhaupt die Regel zu sein scheint, finden sich in der percipirenden Schicht der ganzen Netzhaut des Chamäleon nur Zapfen. Diese sind aber in der Fovea centralis nur ein Fünftel so dick als in den peripherischen Theilen und dabei viel länger, so dass die Linie der Limitans externa sich hier von der Chorioides entfernt, ähnlich

1) GRAEFE, Archiv. Bd. X, 1, p. 150.
2) M. SCHULTZE, Sitzungsber. der niederrhein. Ges. zu Bonn, Juli 1861.
3) Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. II, 1861, p. 140.
4) Ebenda und Ueber das Auge des Chamäleon, p. 11.
5) A. f. m. A. Bd. II, p. 206.
6) Würzb. nat. Zeitschr. Bd. III, 1862, p. 10.
7) Journal of anatomy and physiology, 1866, Nr. I, p. 104.

wie ich es vom Menschen abgebildet habe. An diese Zapfen schliessen sich die verlaufende Zapfenfasern an, ganz ähnlich den Verhältnissen in der menschlichen Netzhaut. Während aber beim Menschen die Bindesubstanz der äusseren Körner- und Zapfenfaserschicht diesen Fasern folgt, weist H. Müller beim Chamäleon eine besondere Art radiärer Stützfasern nach, welche sich mit den Zapfenfasern unter spitzem Winkel kreuzen. Die Feinheit einzelner Zapfen vom Chamäleon übertrifft nach dem, was ich an conservirten Augen dieses Thieres gesehen habe, Alles, was bei anderen Wirbelthieren von Zapfen bisher bekannt ist.

Auch bei anderen Eidechsen, bei Schlangen und Schildkröten scheint eine, wenn auch weniger auffallende Fovea vorzukommen, wie aus den Angaben von Knox und Hulke [1] hervorgeht. Dagegen ist bei Amphibien und Fischen Nichts einer Macula lutea oder Fovea centralis Aehnliches bekannt.

Wenn ich darauf aufmerksam machte, dass der gelbe Schirm, welcher sich in der Macula lutea vor die percipirenden Elemente legt, einen wesentlichen Einfluss haben müsse auf die Menge des Violett und Blau, welches wir im Spectrum bei directem Sehen wahrnehmen (vergl. meine oben citirte Abhandlung »über den gelben Fleck der Retina, seinen Einfluss auf normales Sehen und auf Farbenblindheit«), so lag es nahe, anzudeuten, dass eine Zunahme der Intensität des gelben Pigmentes in der Netzhaut Gelbsichtigkeit oder Violettblindheit erzeugen müsse. Wenn ich dabei auch des Santonin-Rausches gedachte, so übersah ich, wie ich hier ausdrücklich hervorhebe, dass in demselben gelb gesehen wird nicht blos bei directem, sondern auch bei indirectem Sehen. Ich nehme daher meine frühere Ansicht, an welcher ich schon lange nicht mehr festhalte, zurück. Wir sehen aber noch durch einen anderen gelben Schirm, und zwar in der ganzen Netzhaut, es ist dies das engmaschige Netz der Capillargefässe der Retina, welche alle vor den percipirenden Elementen liegen, nämlich zwischen Limitans interna und äusserer granulirter Schicht. Die Menge der Strahlen des Spectrum, welche eine einzige Schicht zumal auf der Kante stehender, münzenartig gruppirter Blutkörperchen absorbirt, ist sehr bedeutend, wie die Untersuchung mit dem Browning'schen Spectralapparat lehrt. Die Hämoglobinstreifen sind sichtbar und am violetten Ende des Spectrum geht ein ansehnlicher Theil Strahlen verloren. Bei dickeren Schichten von Blutkörperchen, wie sie in den grösseren Netzhautgefässen circuliren, ist der absorbirende Einfluss natürlich noch viel bedeutender. Wenn nun auch viele Lücken in diesem Schirm von Blutkörperchen sind, durch welchen wir hindurch sehen, deren wir uns wegen der steten Augenbewegungen nicht bewusst sind, so ist das Netz von Blutgefässen, zumal wenn dasselbe aus den verschiedenen Schichten der Netzhaut in eine Ebene projicirt wird, doch ein zu dichtes, als dass die Wirkung desselben nicht in Rechnung gebracht werden müsste. Veränderungen in dem Blute, welche dessen Absorptionsvermögen gewisser Lichtstrahlen treffen, müssen daher auch ungewohnte Farbenwahrnehmungen bedingen (vergl. hier meine an Preyer gemachten Mittheilungen in Pflüger's Archiv Bd. I, p. 305).

5. Ora serrata und Pars ciliaris.

Im Gegensatz zur Macula lutea zeichnet sich die Gegend der Ora serrata der menschlichen Netzhaut aus durch ein allmähliches Schwinden der nervösen Elemente gegenüber den sich immer stärker entwickelnden der Binde-

1) l. c. p. 103 und 104.

ubstanz. Die radialen Stützfasern mit den sie verbindenden spongiösen Netzen ind es, welche die Hauptmasse des Gewebes an der Ora serrata darstellen und schliesslich, wenn auch in veränderter Form, die Fortsetzung der Netzhaut über die Ciliarfortsätze zu bilden scheinen, welcher eine Theilnahme an der Vermittelung von Gesichtswahrnehmungen nicht mehr zukommt.

H. Müller hat über diese Gegend bereits so gründliche Untersuchungen angestellt,[1]) dass den nachfolgenden Forschern wenig hinzuzufügen blieb. Seine Angaben lauten im Wesentlichen: »Die sämmtlichen Schichten der Netzhaut haben bis in die Nähe der Ora serrata so abgenommen, dass die Dicke derselben nur mehr 0,12 bis 0,14 Mill. beträgt. Nerven- und Ganglienkugeln sind sehr sparsam geworden, so dass sie nur ganz einzeln zwischen den inneren Radialfaserenden zu finden sind, die granulöse Schicht ist durch die überwiegende Menge der letzteren ebenfalls mehr senkrecht streifig geworden, so dass zuletzt ihre innere Grenze sich verwischt, die innere Körnerschicht besteht nur aus 2—3 wenig dicht gelagerten Reihen, und nicht selten scheinen an ihrer Stelle nur Kerne in die faserige Masse eingelagert zu sein, welche sich durch die schmale Zwischenkörnerschicht bis zu den äusseren Körnern erstreckt. Stäbchen und Zapfen sind deutlich, wenn auch etwas niedriger geworden. Ganz kurz vor der stärksten Verdünnung verlieren die Schichten der Retina ihre specifischen Eigenschaften noch mehr als zuvor und gehen in eine undeutlich senkrecht faserige Masse über, in welche zahlreiche rundliche oder ovale Kerne eingelagert sind. Nur die Stäbchenschicht ist von dieser allgemeinen Indifferenz ausgenommen, indem sie bis zuletzt eine getrennte Schicht bleibt, deren Elemente rasch etwas verkümmern, dann aufhören, worauf sofort die Reduction der noch übrigen Schichten auf eine einfache Zellenreihe zu Stande kommt, welche die Pars ciliaris darstellt, und eine unmittelbare Fortsetzung der eigentlichen Retina ist. Die Zellen gleichen im Allgemeinen einem Cylinderepithel, sind aber bei verschiedenen Thieren (H. Müller untersuchte namentlich Schwein, Ochse, Kaninchen, Tauben, Hühner auf diese Gegend) verschieden hoch (bis 0,025 Mm. beim Kaninchen)«. H. Müller hält diese Zellen für eine Fortsetzung des indifferenten Stützgewebes der Netzhaut, »wozu, wie es scheint, die inneren Enden der Radialfasern, vielleicht sammt dem Theil der inneren Körner zu rechnen sind, welcher den bei den meisten Thieren deutlich verschiedenen kernhaltigen Radialfasern entspricht.« »Auch die Form der fraglichen Zellen ist beim Menschen eine Strecke weit eine solche, dass sie nicht wohl für die epitheliale Natur der Zellen spricht. Sie sind nämlich isolirt, an den Enden häufig nicht zugerundet, sondern mit einer oder mit einigen Zacken und kurzen Ausläufern versehen, welche auch an der längeren Seite vorkommen, so dass sie der Gruppe der Bindesubstanz wohl zugehören könnten, wogegen allerdings die rundlichen Zellenformen, welche sonst vorkommen, hierfür keinen Anhalts-

2) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 91.

punkt bieten.« KÖLLIKER[1]) vervollständigt diese Angaben in soweit, [illegible] den allmählichen Uebergang der Zellen der Pars ciliaris aus den verkürz[illegible] Radialfasern direct wahrgenommen zu haben angiebt. Auch eine Fortsetz[illegible] der Limitans interna nimmt er hier an. Dagegen vermissen wir eine gena[illegible] Beschreibung isolirter Zellen, deren Formen, wie schon H. MÜLLER [illegible] durch Fortsätze und Zacken sehr mannigfach werden können, und von de[illegible] KLEBS[2]) auf Grund seiner Untersuchungen annimmt, dass sie direct in [illegible] Fasern der Zonula übergehen können. Doch sind hier zwei Gegenden [illegible] unterscheiden, die glatte hintere und die vordere, mit den Processus cili[illegible] gezierte Abtheilung der Pars ciliaris, welche SCHWALBE[3]) als Zone des Orbic[illegible] ciliaris und Zone der Ciliarfortsätze bezeichnet. An beiden konnte SCHW[illegible] eine Limitans interna isoliren, an der Zona der Ciliarfortsätze bleibt die[illegible] aber beim Abheben des Glaskörpers zum Theil auf der Zonula Zinnii ha[illegible] und zwar immer an den den Thälern zwischen den Fortsätzen entsprechen[illegible] Stellen, welche ebenfalls mit den Zellen der Pars ciliaris retinae und [illegible] Pigment bekleidet bleiben, wodurch das bekannte Bild der schwarzstrahli[illegible] Zonula entsteht. Die Limitans interna aber lässt SCHWALBE nicht aus [illegible] Zellen der Pars ciliaris entstehen, wie KÖLLIKER, sondern unterscheidet sie [illegible] gewissen auch von MERKEL[4]) gesehenen reticulären äusseren Fortsätzen, wel[illegible] zwischen die Zellen der Pars ciliaris hineinreichen und den radialen Stü[illegible] fasern entsprechen sollen, als Fortsetzung der Bindesubstanz der Netzhaut[5]) Dadurch wird dann der Uebergang der Radialfasern der Retina in die Zell[illegible] der Pars ciliaris, den KÖLLIKER für ganz sicher hält, wieder in Frage gestellt.[6])

Meinen Untersuchungen zufolge, welche an frischen menschlichen Aug[illegible] angestellt wurden, die 24 Stunden oder etwas länger in verschiedenen Concen-trationen von Ueberosmiumsäurelösungen conservirt waren, bieten die Zell[illegible] der Pars ciliaris ein sehr mannigfaches Aussehen. Im Allgemeinen sind sie langgestreckt prismatisch, einem hohen Cylinderepithel ähnlich. An ihrem äusseren Ende sind sie glatt abgestutzt und liegen je einer Pigmentzelle an, an ihrem inneren hören sie verbreitert oder verschmälert auf und hängen fest an der hier deutlich faserigen Oberfläche des Glaskörpers (Zonula Zinnii). Viele dieser Zellen endigen hier deutlich nach Art der radiären Stützfasern der Netzhaut, kegelförmig verbreitert oder in Aeste getheilt, deren jeder wieder abgestutzt aufhört, wie eine auf Füsschen stehende Säule. Andere zwischen diesen eingeschaltete erreichen die Oberfläche des Glaskörpers nur mit einem zugespitzten Ende oder fasern sich fein aus, so dass es den An-

---

1) Gewebelehre. Aufl. 5, p. 685.
2) VIRCHOW's Archiv, 1861. Bd. XXI, p. 187.
3) Archiv f. m. A. Bd. VI, p. 326.
4) Die Zonula ciliaris. Leipzig, 1870. Taf. I, Fig. 9.
5) Ebenda, p. 303.
6) Vergl. auch die Notiz von MANFREDI, Sulla struttura della parte cigliare della Retina (Gaz. med. Ital.-Lombard. Ser. VI, Tom. III, 1870).

Schein gewinnt, als gingen die Enden in die Fasern der Zonula über. Einen wirklichen Uebergang habe ich aber nicht beobachtet. Die ganze Oberfläche der Zellen der Pars ciliaris ist nicht selten mit feinen Zäckchen und Rauhigkeiten besetzt, durch welche benachbarte in einander greifen. Die Substanz der Zellen ist nicht homogen, sondern äusserst fein in der Längsrichtung gestrichelt, doch nicht in Fibrillen zerlegbar. Ihr Kern ist eiförmig, hyalin, verhältnissmässig gross, sehr blass, den Kernen der radiären Stützfasern ähnlich, und lagert bald dem einen, bald dem anderen Ende näher. In der Substanz der Zellen findet sich nicht selten eine geringe Menge schwarzbraunen körnigen Pigmentes, welches sich namentlich nach aussen dichter anhäuft, so dass es zweifelhaft bleibt, ob hier noch eine besondere Pigmentzelle (der Pigmentschicht der Retina) anliegt, oder ob nicht die Pigmentzelle selbst faserartig ausgewachsen sei. Alles in Allem erscheint mir die Ansicht die richtige, dass die Zellen der Pars ciliaris den radiären Stützfasern entsprechen. Sie stimmen überein in der Natur ihrer Substanz, welche in beiden Fällen fein gestrichelt, wie fibrillär differenzirt ist, in der Gestalt und Lichtbrechung des Kernes, in dem Verhalten zu Ueberosmiumsäure, in welcher beide eine hellbräunliche Farbe annehmen, während der anliegende Glaskörper nach längerem Liegen blauschwarz wird, und endlich in der rauhen zackigen Oberfläche und der Art der Endigung am Glaskörper.

Es ist mehrfach behauptet worden, die Zapfen der menschlichen Netzhaut nehmen von der Macula lutea bis zur Ora serrata continuirlich an Zahl im Verhältniss zu der der Stäbchen ab. Dem ist nicht so, wie ich bereits früher hervorgehoben habe. [1]) Die Vertheilung der Stäbchen und Zapfen bleibt von einer gewissen, den gelben Fleck umkreisenden Linie bis zur Ora serrata die gleiche, so dass immer etwa 3—4 Stäbchen in kürzester Entfernung zwischen je zwei Zapfen liegen. An der Ora serrata nimmt plötzlich die Zahl der Stäbchen ab, es treten leere Stellen zwischen den Zapfen auf. Diese selbst, welche an Zahl zuzunehmen scheinen, werden bei der Flächenansicht unregelmässig verzogenen Kreisen ähnlich, verlieren ihren Glanz und verschwinden endlich scheinbar in dem Gewebe der Pars ciliaris. Die Längendimensionen der Zapfen und Stäbchen in der Gegend der Ora serrata sind geringer als im Hintergrunde oder Aequator des Auges, wie schon H. Müller bemerkte. [2]) Aehnliches beobachtete Merkel beim Menschen, Rind, Huhn und Hecht.

Eine sehr merkwürdige und mit Atrophie des Nervengewebes an der Ora serrata zusammenhängende Abweichung vom Normalen stellt der Zustand dar, welchen Iwanoff und ich Oedem der Netzhaut genannt haben, und welchem Letzterer neuerdings eine ausführliche Arbeit gewidmet hat. [3]) Nach

---

1) A. f. m. A. Bd. II, p. 225, Taf. XII, Fig. 3 und 4.

2) Vergl. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 5 vom vorderen Rande, Fig. 14 aus der Gegend des Aequators, Fig. 11 vom gelben Fleck des Menschen.

3) Graefe, Archiv, 1869. Bd. XV, 2, p. 88.

Merkel[1]) und Iwanoff vorzugsweise bei alten Leuten vorkommend, daher als senile Metamorphose zu betrachten[2]), ist derselbe charakterisirt durch die Bildung mit seröser Flüssigkeit gefüllter Lücken, welche unter einander zusammenhängend die Netzhaut nicht unerheblich auftreiben können und zu einer Atrophie des Nervengewebes an den betreffenden Stellen führen, die radialen Stützfasern aber auf säulenartige Bündel zusammendrängen, welche zwischen den beiden Limitantes oder der Limitans interna und der äusseren granulirten Schicht ausgespannt stehen bleiben. Von H. Müller ausgezeichnet beschrieben,[3]) aber mit dem Zusatz, dass er die Abweichung für eine postmortale Veränderung halten zu müssen glaube, wurde sie zuerst abgebildet von Blessig[4]) und von Henle als ein häufiges Vorkommen geschildert.[5]) Auf Querschnitten solcher oedematöser Stellen der Netzhaut sieht man Lücken im Bereich der Körnerschichten oder bei hochgradiger Degeneration von der Limitans externa bis zur interna reichend, begrenzt durch Säulen zusammengedrängter Radialfasern, in denen viele Kerne eingeschlossen liegen, und welche in der Nähe der Grenzmembranen in Bogen in einander übergehen. Die Entartung kommt übrigens nicht ausschliesslich an der Ora serrata vor. Ich selbst beobachtete einen Fall, wo in der Gegend des Aequators des Auges eine erbsengrosse Stelle der Retina zu einer prominirenden Geschwulst ausgedehnt war, welche sich auf dem Querschnitt als ein hochgradiges, auf diese Stelle beschränktes Oedem zu erkennen gab. Die Dicke der Netzhaut betrug hier 1 Millimeter. Stäbchen und Zapfen, welche bei niederen Graden von Oedem unverändert scheinen, pflegen an stark aufgetriebenen Stellen zu fehlen.[6]) Merkel beobachtete die oedematöse Schwellung auch bei alten Hunden.

6. Entwickelung der Netzhaut.

Zur Bildung der Netzhaut liefert das embryonale Gehirn eine blasige Ausstülpung, die primitive Augenblase, welche sehr bald nach ihrer Entstehung unter gleichzeitiger Entwickelung der Linse zu einem doppeltblätterigen Becher umgewandelt wird. Dies geschieht beim Hühnchen schon am Ende des zweiten Brüttages. Die beiden Blätter der primitiven Netzhaut, welche aus der Augenblase entstanden ist, sind anfänglich an Dicke gleich, aber bald nimmt das vordere Blatt, welches an den Glaskörper grenzt, an

---

1) Macula lutea etc. p. 17.

2) Iwanoff, der eine grosse Zahl von hierher gehörigen Fällen beobachtete, sah das Oedem bei 50 Augen von Erwachsenen zwischen 20 und 40 Jahren nur 6 Mal, dagegen bei Greisen von 50—80 Jahren in 48 Augen 26 Mal.

3) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 71.

4) De retinae textura. Dorpat, 1855, Fig. 3, p. 47.

5) Eingeweidelehre, p. 669.

6) Vergl. Iwanoff l. c. Taf. IV und V, Fig. 11 und 12.

Dicke bedeutend zu, während das hintere zurückbleibt.[1] Ersteres besteht am 5. Tage der Bebrütung aus sehr zahlreichen kleinen spindelförmigen Zellen, welche senkrecht zur Oberfläche stehen, letzteres aus einer einzigen Lage kurzer prismatischer Zellen, in denen sich dunkles Pigment ablagert. Remak glaubte hierin neben der ersten Anlage der Retina auch die der Chorioides zu erkennen. Aber durch Kölliker[2] und spätere Forscher[3] ist nachgewiesen, dass die Entwickelung des pigmentirten Bindegewebes und der Blutgefässe der Chorioides unabhängig von der pigmentirten Schicht der primären Augenblase vor sich geht. Das hintere Blatt der letzteren wird ausschliesslich zum Pigmentepithel der Retina, während das vordere Blatt die übrigen Schichten dieser Haut bildet. Am spätesten erscheinen Stäbchen und Zapfen. Vor der Entwickelung derselben ist die embryonale Netzhaut durch eine Limitans externa gegen das Pigmentepithel sehr scharf abgegrenzt. Dieselbe ist viel deutlicher als die Limitans interna auf gleichen Stadien der Entwickelung. Sie entspricht der Lage nach, da sie der Höhle der primitiven Augenblase zugekehrt ist, der inneren Oberfläche der Hirnventrikel[4], welche ich an Embryonen gleichen Alters von einer ganz ebenso scharf begrenzten Haut bedeckt finde. Dieselbe entsteht durch eine kegelförmige Verbreiterung senkrecht zur Oberfläche gestellter Fäserchen und Spindelzellen, deren abgestutzte Enden in eine Ebene fallen und membranartig eng zusammenschliessen. Es ist eine vollkommen gleiche Bildung in der Netzhaut und in den Hirnventrikeln. Von einer epithelialen Bekleidung ist zu jener Zeit an beiden Orten nichts vorhanden.

Während sich nun beim Hühnchen zur Zeit des 7.—10. Tages der Bebrütung in dem anfänglich in der ganzen Dicke gleichmässigen Gewebe der (vorderen) Netzhaut eine sehr deutliche Schichtung ausbildet, bestehend in der Differenzirung einer inneren Faserschicht, der beiden granulirten Schichten und der Ausbildung deutlicher Grössenunterschiede der Zellen in den verschiedenen Schichten der Körner und Ganglienzellen, sprossen nach hinten über die Limitans externa hinaus in Form kleiner halbkugeliger Höckerchen von sehr geringem Durchmesser und homogener Beschaffenheit die Anfänge der Stäbchen und Zapfen hervor. Indem dieselben an Länge und dabei auch an Dicke zunehmen, bildet sich erst das Innenglied und erst später das Aussenglied. Dabei wachsen sie in die Pigmentepithelzellen des hinteren Blattes der Netzhaut hinein, welche ihrerseits die Pigmentscheiden bilden.

---

1) Vergl. Remak, Entwickel. d. Wirbelthiere, p. 35, Taf. V, Fig. 60. Hensen, Virchow's Archiv. Bd. XXX, p. 181, und meine ausführliche Darstellung der Entwickelung der Netzhaut beim Hühnchen, Archiv f. m. A. Bd. II, p. 239, Taf. VIII.

2) Entwickelungsgeschichte, 1861, p. 288, für Säugethiere.

3) Babuchin, Würzb. nat. Zeitschr. Bd. IV, 1863, p. 71, für Säugethiere, Huhn und Frosch. M. Schultze l. c., für das Hühnchen und für Säugethiere. Schenk, Sitzungsber. der Acad. zu Wien, 1867. Aprilheft. Betrifft Fische. Vergl. auch Hensen, A. f. m. A. Bd. II, p. 421.

4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 265.

In den Zapfen entstehen am 18. Tage der Bebrütung bereits farbige, anfänglich sehr kleine rothe, und dann gelbe Oelkugeln, so dass die Netzhaut des aus dem Ei kriechenden Hühnchens bereits mit vollkommen entwickelten percipirenden Elementen versehen ist, welche wohl noch in die Länge und Dicke wachsen, aber an Zahl vielleicht nicht mehr zunehmen. Bemerkenswerth ist noch, dass beim Hühnchen Stäbchen und Zapfen von vornherein als wohl unterscheidbare Gebilde auftreten, und dass die Zapfen, welche anfänglich an Durchmesser hinter den Stäbchen sehr zurückstehen, gleich nach dem Auskriechen bedeutend dicker werden und mit ihren gefärbten Kugeln später einen verhältnissmässig viel grösseren Raum einnehmen, als früher.

Ueber die Beziehung der sich entwickelnden Stäbchen und Zapfen zu den äusseren Körnern giebt uns Babuchin durch seine Untersuchungen über die Netzhaut der Froschlarven Aufschluss [1]. Die relative Grösse der Elementartheile erlaubt hier ganz sicher zu beobachten, dass es ein Auswachsen der Substanz der äusseren Körner ist, welchem die Stäbchen und Zapfen ihre Entstehung verdanken. Während Stäbchen und Zapfen beim entwickelten Frosch sehr verschieden aussehen, soll dieser Unterschied aber nach Babuchin während der Entwickelung anfänglich wenig deutlich sein.

Diesen Beobachtungen über die Entwickelung der Stäbchen und Zapfen aus dem vorderen Blatte der primären Augenblase schliessen sich auch Schenk's Angaben für die Fische an. Man kann den Vorgang, insofern es sich dabei um einseitige Zellenausscheidung einer vom Protoplasma verschiedenen Substanz handelt, wie es wenigstens bei den Aussengliedern und den lichtbrechenden Körpern der Innenglieder sicher der Fall ist, demjenigen der sogenannten Cuticularbildungen anreihen. [2]

Wie beim Hühnchen vor dem Auskriechen die Stäbchen und Zapfen bereits entwickelt, wenn auch von geringerer Dicke sind, als beim erwachsenen Thiere, so ist es auch beim Menschen zur Zeit der Geburt und bei vielen Säugethieren, z. B. den Wiederkäuern. Stäbchen und Zapfen sind beim neugeborenen Kind wie beim neugeborenen Kalb wohl entwickelt und in Innen- und Aussenglied getrennt, doch viel dünner und auch kürzer als beim Erwachsenen. Anders ist es bei den blindgeborenen Jungen von Kaninchen und Katze. Hier entwickeln sich die percipirenden Elemente erst nach der Geburt. [3] Sei es, dass zur Zeit der Geburt die Limitans externa noch ganz glatt ist, sei es, dass die ersten Andeutungen von Stäbchen und Zapfen in Form rundlicher Höckerchen über die Grenzmembran vorspringen, die Aus-

[1] l. c. p. 77.

[2] Hensen vertrat eine Zeit lang die Meinung, dass sich die Stäbchen oder doch ein äusserer Theil ihrer Substanz gleichzeitig mit dem Pigment aus dem äusseren Blatte der primären Augenblase entwickeln (Virchow, Archiv. Bd XXX, p. 181, und A. f. m. A. Bd. II, p. 421), hat dieselbe jedoch neuerdings aufgegeben (ebenda Bd. IV, p. 349).

[3] M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 246, ebenda Bd. III, p. 373. Steinlin, Anat. der Retina. St. Gallen, p. 99.

Bildung deutlich stäbchenförmiger Elemente erfolgt erst einige Tage nachher, und verläuft wie beim Hühnchen, so dass sich erst das Innenglied und dann das Aussenglied bildet. Von letzterem treten am 5.—6. Tage nach der Geburt die ersten deutlich erkennbaren Plättchen auf. Am 9. Tage, also zu der Zeit, wo sich die Augenlider öffnen, beträgt die Länge der Aussenglieder beim Kätzchen kaum mehr als 4 Mik., während dieselben beim erwachsenen Thier über 17 Mik. lang sind. Aehnlich ist das Verhältniss beim Kaninchen. [1]) Dabei nimmt nicht die Dicke der Plättchen, sondern nur deren Zahl zu. [2]) Zu welcher Zeit vor der Geburt beim Menschen die Entwickelung der Stäbchen und Zapfen aus der äusseren Körnerschicht beginnt, ist nicht genau bekannt. Bei einem Embryo von 24 Wochen, welcher ganz frisch in meine Hände kam, fand ich die M. limitans interna noch ganz glatt. Ritter meint schon bei jüngeren Embryonen wohl entwickelte Stäbchen gesehen zu haben. [3])

Die Netzhaut reicht in der ersten Zeit ihrer Bildung bis über den Rand der Linse nach vorn. Durch eine verschiedene Entwickelung ihrer verschiedenen Abschnitte entsteht die eigentliche Netzhaut, die Pars ciliaris derselben und endlich das hinter der Iris liegende Pigment, welches nur von einem Rudiment des aus dem inneren Blatte der primären Augenblase hervorgegangenen Gewebes, von der, wie es scheint, variabeln sogenannten Fortsetzung der Limitans interna überzogen wird. Indem während der Entwickelung der Netzhaut die Lage der embryonalen Augenspalte durch einen pigmentlosen Streifen bezeichnet wird, welcher über die ganze Ausdehnung der Netzhaut von hinten nach vorn reicht[4]), ist die Anlage zu dem an dieser Stelle nicht selten als Hemmungsbildung (Coloboma) persistirenden Pigmentmangel gegeben, welcher ebenso gut das Pigment hinter der Iris wie das vor der Chorioides treffen kann. Das Colobom ist, wie schon Schöler[5]) richtig hervorgehoben hat, ursprünglich eine Bildungshemmung der Retina und nicht der Chorioides. [6]) In wie weit das Gewebe der letzteren Haut und der Iris,

---

1) M. Schultze l. c. Bd. III, p. 375.

2) W. Krause's Widerspruch Membr. fenestr. p. 33. Ich erlaube mir auch hier hervorzuheben, dass sichere Ergebnisse über die Entwickelung von Stäbchen und Zapfen nur an Umschlagsrändern absolut frischer in Humor aqueus oder Jodserum präparirter Netzhäute zu gewinnen sind, und dass sich alle meine Angaben auf solche Präparate stützen. W. Krause legt die Augen des jungen Kaninchens in Kali bichromicum und findet, dass sich an solchen ausserordentlich leicht die Existenz von Stäbchen und Zapfen darthun lasse zu einer Zeit, wo ich dieselben im frischen Zustande vermisse.

3) Graefe, Archiv. Bd. X, 1, p. 75; 2, p. 142. Die Structur der Retina etc. p. 32 u. 52.

4) Vergl. A. f. m. A. Bd. II, Taf. VIII, Fig. 7.

5) De oculi evolutione. Diss. inaug. Mitau 1849.

6) Die Fovea centralis als einen Rest der fötalen Augenspalte anzusehen, verbietet, wie neuerdings Hensen (A. f. m. A. Bd. IV, p. 350) hervorhebt, ihre Lage. Dagegen nimmt das Pecten der Vögel, und was bei Reptilien und Fischen demselben entspricht, die Gegend dieser Spalte ein, indem dasselbe aus einer Wucherung der Chorioides in diese Spalte hinein entsteht. (Schenk, Wiener Sitzungsber. 1867).

abgesehen von dem Pigmentepithel, an dem häufig vorkommenden Col
Theil nimmt, ist aus den zahlreichen und genauen ophthalmoskopis
Untersuchungen dieser Hemmungsbildung zu entnehmen. Jedenfalls l
hier noch unbekannte Beziehungen der Entwickelung des Pigmentepithels
dem äusseren Blatte der primären Augenblase zu der Entwickelung
Chorioidealgewebes vor.

II.

Tunica vasculosa.

Von

Prof. A. Iwanoff.

Die Tunica vasculosa oder Tunica uvea bildet die innere Auskleidung der Sclerotica, indem sie sich zwischen letztere und die Retina einschiebt. In der Entfernung von 1 Mm. vom Cornealrande biegt sie steil nach der Augenaxe um, lagert sich auf die vordere Fläche der Linse und bildet mit diesem senkrecht umgeschlagenen Theile die hintere Wand der vorderen Augenkammer.

Der rückwärtige Theil der T. vasculosa, welcher die Sclerotica auskleidet, wird Gefässhaut Choroidea genannt; ihren vorderen Theil, schon im Auge während des Lebens hinter der durchsichtigen Hornhaut sichtbar, und in der Mitte mit einer Oeffnung, der Pupille, versehen, nennt man die Regenbogenhaut, Blendung, Iris.

Diese beiden Häute tragen die gemeinsame Benennung Tunica vasculosa aus dem Grunde, weil beide einen grossen Gefässreichthum aufzuweisen haben, und weil die Gefässe beider in einem innigen Zusammenhange unter einander stehen. Die zweite gemeinsame Benennung für Choroidea und Iris »Tunica uvea« gab man ihnen wegen einer entfernten Aehnlichkeit mit der Hülse einer dunklen Weinbeere, an der das Loch für den Stengel der Pupille entsprechen soll (Brücke [1])). Jetzt belegen übrigens viele Anatomen mit dem Namen Uvea im Besonderen die Pigmentschichte, welche die hintere Fläche der Regenbogenhaut austapezirt.

I. Die Choroidea stellt eine dünne (0,08—0,16 Mm. im Durchmesser), gefässreiche Hülle vor, welche an zwei Stellen mit der Sclerotica fester zusammenhängt: hinten, an der Eintrittsstelle des Opticus, wo ihre inneren Schichten in einen Ring übergehen, der die durchtretende Sehnervenmasse umfasst, und von welchem dünne Fäden in den Nerven selbst eintreten (H. Müller) [2]), und

---

1) Anatom. Beschreibung des menschlichen Augapfels 1847, S. 2.
2) Anatomische Beiträge zur Ophthalmologie. Arch. f. Ophth. Bd. II, Abth. 2, S. 24.

vorne an der Uebergangsstelle der Sclerotica in die Hornhaut (ringförmige Sehne des Ciliarmuskels). Ueberdies werden diese zwei Häute unter einander noch durch Arterien und Nerven, welche die Sclerotica durchbohren, um in die Choroidea einzutreten, und durch Venen, die den umgekehrten Weg einschlagen, verknüpft.

Die äussere, der Sclerotica zugewendete Oberfläche ist braun gefärbt und faserig; nach vorne, an der Befestigungsstelle zwischen Choroidea und Sclerotica, bemerkt man an ihr eine ringförmige graue Verdickung in der Breite von 3—4 Mm., welche den vorderen Theil der Gefässhaut umkreist — den Ciliarmuskel.

Die innere Oberfläche der Choroidea ist der Retina zugekehrt und bis zur Ora serrata mit ihr sehr lose verbunden, in jedem Falle jedoch so, dass die ganze, äussere Schichte der Netzhaut (nämlich die pigmentirte Epithelialschichte) in der Mehrzahl der Fälle an ihr hängen bleibt, was die Veranlassung war, dass man diese Schicht bisher als der Gefässhaut zugehörig betrachtete. Von der Ora serrata angefangen, verbinden sich diese Häute noch inniger, indem von hier aus die Pigmentschichte als Verbindungsmittel zwischen dem Ciliartheil der Retina und der Choroidea bedeutend zunimmt, wesshalb auch an dieser Stelle die Ablösung der Netzhaut von der Choroidea nicht immer, und das nur theilweise, gelingt. Entfernt man das Pigment, so erscheint die innere Oberfläche der Choroidea bis zur Ora serrata vollkommen glatt, von grauer Farbe; hinter der Ora serrata wird ihre Oberfläche rauh, vorn erscheint an ihr eine Reihe in meridionaler Richtung geordneter, durch tiefe Zwischenräume abgesonderter, Erhabenheiten — die sogenannten Ciliarfortsätze, Processus ciliares.

Die Ciliarfortsätze, 70—80 an der Zahl, haben das Aussehen einer regelmässig gefalteten Krause, und indem sie sich allmählich nach vorn erheben, reichen sie mit ihren Zacken bis zum Ciliarrande der Iris. Ihre gesammte innere Oberfläche, alle auf ihr befindlichen Falten, bis zu ihrer vorderen Grenze, sind mit einer dicken Lage Pigment und mit Zellen des Ciliartheiles der Retina (Pars ciliaris retinae) bedeckt.

Der vordere Theil der Choroidea, angefangen von der Ora serrata, in Gemeinschaft mit den Ciliarfortsätzen und dem Ciliarmuskel wird Corpus ciliare genannt.

Der vordere Theil der Choroidea hat schon lange seine besondere Benennung. So nennt ihn Vesal Tunica ciliaris, später unterschieden die Anatomen an dieser T. ciliaris noch eine Pars plicata und non plicata. Falopius war der Erste, welcher diesen Theil der Choroidea Corpus ciliare genannt hat. Henle nennt nur den vordersten Theil der Choroidea Corpus ciliare einschliesslich die Ciliarfortsätze und den Ciliarmuskel; die zwischen Ora serrata und Corpus ciliare gelegene Zone nennt er Orbiculus ciliaris, ohne damit zu behaupten, dass zwischen dem Corpus ciliare und dem Orbiculus ciliaris eine bestimmte Grenze zu ziehen sei. Luschka beschreibt unter dem Namen Corona Ciliaris jenen Theil der Gefässhaut, welcher mit der Zonula Zinni verbunden ist und sich von der Ora serrata bis über den Rand der Linse

hinaus erstreckt; den Ciliarmuskel nennt er Annulus ciliaris. Wir glauben, dass es im Interesse des leichteren Verständnisses der gebräuchlichen Terminologie von Nutzen wäre, schliesslich bei irgend einer Benennung Halt zu machen, selbst wenn darin auch nicht alle anatomischen Besonderheiten dieses Theiles der Choroidea Ausdruck finden sollten. Wir wählten die Benennung Corpus ciliare nicht deshalb, weil wir sie etwa für die beste hielten, sondern desshalb, weil sie am meisten Verbreitung gefunden; in diesem Sinne braucht auch KÖLLIKER in seinem Handbuche die Benennung Corpus ciliare, ebenso wie H. MÜLLER in allen seinen Abhandlungen über das Auge.

Den Hauptbestandtheil der Choroidea bilden die Gefässe; aus diesem Grunde hat man ihr schon von Alters her einen grossen Einfluss auf die Ernährung des Auges zugeschrieben. Dieser Gefässreichthum bedingt auch ohne Zweifel den äusserst wichtigen Antheil, den sie an den verschiedenen intraocularen pathologischen Processen nimmt.

Einen anderen, für die Functionen des Auges wichtigen Bestandtheil dieser Haut bilden die glatten Muskeln, von denen der grösste Theil im Corpus ciliare eingelagert ist, die jedoch auch der hinteren Abtheilung der Choroidea nicht fehlen.

Schliesslich ist die Gefässhaut auch reichlich mit Nerven versehen.

Alle diese Bestandtheile sind unter einander durch ein Stroma verbunden, welches sich in der Choroidea durch eine grosse Anzahl sternförmiger Pigmentzellen scharf charakterisirt.

An der Choroidea unterscheidet man gewöhnlich folgende fünf Schichten: die Pigmentschichte, die Glashaut, die Membrana choriocapillaris, die Schichte der gröberen Arterien und Venen und schliesslich die Membrana suprachorioidea. Die Pigmentschicht muss in Folge ihrer Entwickelung aus der äusseren Lamelle der secundären Augenblase zur Netzhaut beigezählt werden, so dass dann für die Gefässhaut eigentlich nur 4 Schichten übrig bleiben. Da die Trennung der Choroidea in die 4 Schichten keine histologisch-topographisch begründete ist, so werden wir bei unserer Beschreibung uns nicht an sie halten.

1. Glashaut, Glaslamelle, Lamina vitrea (F. ARNOLD)[1], elastische Lage (KÖLLIKER)[2], Basalmembran (HENLE)[3]) ist zum ersten Male von BRUCH[4]) beschrieben und Membrana pigmenti benannt worden. Sie stellt im hinteren Abschnitte der Choroidea eine sehr dünne (0,0006 — 0,0008 Mm.), scheinbar structurlose oder leicht faserige (KÖLLIKER) Hülle dar, welche ohne Anwendung künstlicher Mittel untrennbar mit dem Stroma der Choroidea verbunden bleibt. Ihre dem pigmentirten Epithel zugewendete Oberfläche ist bis zur Ora serrata vollkommen glatt. Die Einwirkung von Kali und Schwefelsäure lässt an ihr Falten zum Vorschein treten, weil die gleichzeitige Wirkung dieser Reagentien auf die Glashaut und die mit ihr verbundenen, äusseren

---

1) Anatomie II. S. 1020.
2) Handbuch der Gewebelehre 1867. S. 661.
3) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen 1866. II. Bd. S. 620.
4) Körniges Pigment 1844.

Schichten der Choroidea eine verschiedene ist. Da nun bei länger andauernden Wirkung dieser Reagentien ein Theil des der Glashaut anhängenden Stromas langsam zu Grunde geht, so löst sie sich nach der Behandlung mit concentrirten Alkalien und Säuren manchmal in einzelnen Fetzen ab. Legt man die Choroidea auf längere Zeit in eine 10 % Kochsalzlösung, so tritt die faserige Structur der Glashaut merklich hervor; aber selbst nach dieser Behandlung gewahrt man keine Kerne darin. Die von BRUCH und HENLE in der Glashaut beschriebenen Kerne gehören unzweifelhaft den Capillaren zu.

In dem vorderen Theile der Choroidea, im Corpus ciliare, verändert die Glashaut ihre Eigenschaften in hohem Grade. Sie ist hier blässer, dicker und verhält sich weniger indifferent gegen die Einwirkungen der Alkalien und Säuren. Sie verliert hier ihre Glätte, auf ihrer inneren Oberfläche erscheinen mikroskopische Vertiefungen und Erhabenheiten, welche das sogenannte Reticulum des Ciliarkörpers bilden (H. MÜLLER[1]). Dieses Reticulum wird aus kleinen unter einander anastomosirenden Erhabenheiten gebildet, welche netzförmig die Vertiefungen, in welchen Pigment eingelagert ist, einschliessen. Die Maschen dieses Reticulums sind desto kleiner, je weiter sie von der Ora serrata entfernt liegen. Die netzförmige Structur der Glashaut kann bis zur Iris verfolgt werden.

2. Die Gefässe der Choroidea bilden, wie bereits erwähnt, zwei Schichten: Die choriocapillare Lage, bekannt auch unter dem Namen der Membrana Ruyschiana (diese Lage erstreckt sich nur bis zur Ora serrata), und die Schicht, welche aus stärkeren Arterien- und Venenstämmchen zusammengesetzt und auch unter der Benennung Tunica vasculosa Halleri erwähnt wird. Die Ramification dieser Gefässe wird gesondert abgehandelt werden; hier mögen nur einige Bemerkungen über etliche Besonderheiten ihrer Structur Platz finden.

Die Capillaren sind so innig mittelst eines sehr dünnen bindegewebigen Stromas mit der Glashaut verbunden, dass ihre Trennung nur nach Anwendung von Reagentien, die das Stroma auflösen, gelingt.

In ihrer Structur unterscheiden sich die Wände der Capillaren durch Nichts von den Capillaren anderer Gebiete des menschlichen Organismus; entgegen HENLE's Meinung enthalten ihre Wände Kerne, und diess nicht nur bei jungen Individuen, wie H. MÜLLER angiebt, sondern auch in hohem Alter. Bei Greisen sind die Kerne nur etwas atrophirt, werden platter, während sich gleichzeitig die Gefässwände verdicken, wodurch ihre Beobachtung schwieriger wird.

Manchmal sieht man in den Augen anscheinend ganz Gesunder längs der Capillarwand lange Zellen eingelagert, von welchen dünne, nur beim Gebrauche starker Vergrösserungen bemerkbare, Fortsätze zur Wand ziehen; aber diese Zellen und ihre zu einem Netz verbundenen Ausläufer werden ausgezeichnet scharf sicht-

[1]) Arch. f. Ophth. Bd. II, 2. Anatomische Beiträge zur Ophthalmologie.

r bei der Entzündung der Choroidea. In solchen Fällen erstrecken sich übrigens
ese Fortsätze auch in die Zwischenräume der Capillaren.

Die Arteriae ciliares breves zeichnen sich durch eine mächtige Entwicke-
ng ihrer Ringmuskeln aus. Ausserdem liegen noch zu beiden Seiten der-
lben längsgerichtete Bündel glatter Muskelfasern (H. Müller [1]), deren Menge
dividuell sehr verschieden ist. Auch die Dicke der Muskelbündel ist nicht
beiden Seiten des Gefässes gleich gross. Die glatten Muskeln begleiten die
este der kurzen Ciliararterien nur in dem hinteren Theile der Choroidea, je
eiter nach vorn in der Richtung zur Ora serrata, desto seltener werden sie.
Muskeln, in dünne Bündel geformt, findet man auch, frei gelagert, im
roma der Choroidea zwischen den Gefässen zerstreut.

3. Die Hauptmasse der glatten Muskelfasern der Choroidea ist im vor-
ersten Theile dieser Haut eingebettet, es ist diess der Ciliarmuskel (Tensor,
horoideae, Brücke).

Der Ciliarmuskel (Fig. 362) präsentirt sich in Form eines dreieckigen
ismas, das in einen Ring zusammengebogen, und dessen scharfe Kante nach
nten gekehrt ist. Seine
ige ist im vorderen und
isseren Theile des Ciliar-
irpers. Von der Sclero-
a ist der Ciliarmuskel
irch eine dünne Lamelle,
imina fusca, vom Pig-
ente, welches die innere
berfläche der Ciliarfort-
tze auskleidet, durch
ndegewebe geschieden.
n meridionalen Durch-
hnitte zeigt der Ciliar-
uskel die Form eines
chtwinkeligen Dreieckes,
essen kürzeste Seite nach
rn gekehrt ist und mit
r äusseren einen rechten
inkel bildet. Die Dicke
s Muskels = 0,8 Mm.



Fig. 362. Durchschnitt der Ciliargegend eines Menschen-auges. *a* Meridionale Muskelbündel des Musc. ciliaris. *b* Tiefere strahlenförmig verlaufende Bündel. *c c c* Circulares Geflecht. *d* Müller'scher Ringmuskel. *f* Muskelplatte an der hinteren Irisfläche. *g* Muskelplexus am Ciliarrand der Iris. *e* Ringförmige Sehne des Musc. ciliaris. *h* Ligam. pectinatum.

Der grössere Theil des Muskels wird aus meridionalen (Fig. 362 *a*)
ündeln zusammengesetzt, welche als eine compacte Masse die dicke, äussere
ige desselben bilden und sein grösseres Dritttheil ausmachen.

Die tiefer liegenden Bündel (*b*), welche ebenfalls wie die vorhergehenden

1) Verhandlung der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Bd. X.
ith. 2, 3. S. 179.

am vorderen äusseren Muskelwinkel ihren Ursprung nehmen, verlaufen sie in strahlenförmiger Divergenz zur inneren Seite des Dreieckes. Auf diesem Wege anastomosiren die strahligen Bündel häufig unter einander. Nachdem sie die innere Seite erreicht, verändern sie ihre Richtung in eine circuläre, auf diese Art längs der gesammten, inneren Muskeloberfläche ein dichtes circuläres Geflecht bildend (*c*).

Ausserdem nehmen die vordere Seite und theilweise den inneren, vorderen Winkel des Ciliarmuskels ziemlich dicke Bündel ringförmiger Fasern ein, der sogenannte Müller'sche Ringmuskel (*d*). Nur seine hinteren Bündel werden von jenen Längsfasern gebildet, die ihre Richtung verändert haben, die vorderen repräsentiren einen vollständig selbständigen Muskel.

Alle meridionalen und radiären Bündel entspringen vom vorderen, äusseren Winkel des Muskels. Die Fortsetzung von ihnen, bestehend aus festem plattenförmig ausgebreitetem Bindegewebe, bildet die ringförmige Sehne dieses Muskels (*e*). Sie richtet sich nach vorn, lagert sich an die innere Seite des Schlemm'schen Canales und geht schliesslich in das Gewebe der Cornea über.

Derjenige meridionale Theil des Muskels, welcher der Sclerotica unmittelbar anliegt, besteht vorn aus regelmässig angeordneten, einander parallelen Platten; je weiter nach rückwärts, desto mehr verschwindet diese Regelmässigkeit; 3 Mm. vom Ursprunge des Muskels bilden die Muskelbündel, indem sie aus einander weichen und anastomosiren, eine Reihe geschlossener, nach hinten convexer Schlingen, in welchen ein Theil dieses Muskels endigt. Der andere Theil der meridionalen Fibrillen behält seine Anfangsrichtung bei und kann in Gestalt feinster Bündelchen sogar in eine Entfernung von 5—6 Mm. vom Beginne des Muskels verfolgt werden, wo sie sich schliesslich zwischen den Pigmentzellen im Stroma des Ciliarkörpers verlieren.

Nur an der Schläfen- und Nasenseite der Choroidea kann man auch den weiteren Verlauf dieser Bündel verfolgen, hier lagern sie sich, in zwei Bündel vereinigt, zu beiden Seiten der langen Ciliararterien.

In manchen Augen sah H. Müller, dass diese Bündel, nachdem sie der Ciliararterie längs ihres ganzen Verlaufes gefolgt waren, dieselbe auch noch eine Strecke weit im Scleralcanale begleiteten.

Der Ciliarmuskel ist im Jahre 1846 von Brücke [1]) und bald darauf unabhängig von ersterem von Todd und Bowman entdeckt worden. Brücke, Todd und Bowman beschreiben eigentlich nur seine meridionalen Bündel.

Die vollständigste Beschreibung dieses Muskels gab H. Müller [2]) im Jahre 1857. In dieser Arbeit beschrieb er, der erste, die ringförmigen, dem Cornealrande parallel verlaufenden Bündel, welche den vorderen und inneren Theil des Ciliarmuskels bilden, den von ihm sogenannten Compressor lentis. Gleichzeitig mit ihm entdeckte auch Arlt die circulären Fasern dieses Muskels, wobei er sie übrigens nur als Ausläufer der radiären deutete.

1) Müller's Archiv 1846.
2) Archiv für Ophth. Bd. III.
3) Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. III, S. 477.

Schliesslich fand F. E. Schulze im Jahre 1867 mit Hilfe der Anwendung des lor-Palladiums das ringförmige Netz, welches auf der ganzen, inneren Seite eses Muskels ausgebreitet ist.

Die Grösse des Muskels, seine Textur, die relative Entwickelung seiner merionalen und circulären Fasern sind gewaltigen, individuellen Schwankungen unterorfen. Diese Schwankungen stehen mit der Länge der Augenaxe in Verbindung, on welcher die Refraction im Auge, d. h. seine Weit- und Kurzsichtigkeit abhängt.

Bei Weitsichtigen [1]) (deren Augenaxe gewöhnlich kürzer ist) ist vorwaltend der ordere Theil des Muskels entwickelt, d. i. der Müller'sche Ringmuskel, in Folge



Fig. 363. Durchschnitt aus der Ciliargegend eines weitsichtigen Auges.



Fig. 364. Durchschnitt aus der Ciliargegend eines kurzsichtigen Auges.

essen ist der Muskel bei ihnen bedeutend nach vorn, in der Richtung zur vorderen ugenkammer vorgeschoben, der Muskel im Ganzen kleiner.

Bei Kurzsichtigen (deren Augenaxe bedeutend länger) sind die vorderen, ringörmigen Muskelbündel sehr schwach entwickelt; der Muskel selbst besteht vor-

1) Arch. für Ophth. Bd. XV. Abth. 3, S. 284. Beitr. zur Anatomie des Ciliarmuskels on A. Iwanoff.

waltend aus meridionalen und strahligen Bündeln, daher erscheint in dem Falle der vordere Theil des Muskels bedeutend nach rückwärts gedrängt, und der ganze Muskel länger.

Bei den Hausthieren besteht der Muskel ausschliesslich aus Längsfasern; beim Schweine findet man in seinem hinteren Theile ringförmige Bündel (A. Iwanoff und A. Rollett [1]).

4. Die Nerven der Choroidea (Nervi ciliares) gehören dem dritten und fünften Paare und dem Sympathicus an. Die einen, die langen (Nervi ciliares longi), zwei, seltener drei an Zahl, entstammen dem Ramus nasociliaris trigemini; die anderen, kurzen (N. ciliares breves), 14—18 an der Zahl, treten aus dem Ganglion ciliare hervor. Jene und diese durchbohren die Sclerotica unweit vom Nerv. opticus, und im Auge verlaufen sie auf der äusseren Oberfläche der Choroidea. Nachdem sie eine bedeutende Anzahl von Aestchen an den hinteren Theil der Gefässhaut abgegeben, nehmen sie ihre Richtung nach vorn zum Ciliarmuskel, auf welchem sie unter gabelförmiger Theilung in ein dichtes Geflecht zerfallen. In den Winkeln der ersten Theilungen dieser Nerven fand H. Müller [2]) Ganglienzellen in der Grösse von 0,0016—0,025 Mm mit 2—3 Kernen. Nebstdem findet man in den tiefen Schichten dieses Netzes im Innern des Muskels, knotige, bipolaren Zellen sehr ähnliche Anschwellungen.

In dem hinteren Theile der Choroidea wird das Nervennetz so gebildet[3], dass die Ciliarnerven sogleich nach ihrem Austreten aus der Sclera, und im weiteren Verlaufe zum Ciliarmuskel, Seitenästchen abgeben, welche theils aus dunkelrandigen, theils aus blassen Nervenfasern bestehen. Diese Seitenästchen bilden nach wiederholten Theilungen und Anastomosen ein zwischen den Gefässen und der Sclerotica gelagertes Netz. Aus diesem Netze verfolgt man dünne Zweigchen zu den Arterien, wo sie, wie es scheint, in den glatten Muskeln ihr Ende finden. Auch in diesem Nervennetze findet man Ganglienzellen, welche in seinen Knotenpunkten gelagert sind. Ganglien kommen selbst in den Stämmchen der Ciliarnerven vor.

Bemerkenswerth ist, dass sowohl die Entwickelung des hinteren Nervennetzes, als auch die Anzahl der dort anzutreffenden Ganglienzellen bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen ist; und ebenso merkwürdig ist es, dass diese Schwankungen in einer auffallenden Abhängigkeit von der Entwickelung der glatten Muskelfasern im hinteren Theile der Choroidea stehen.

5. Das Stroma der Choroidea wird aus einem dichten Netze verästigter Fasern gebildet, in deren Zwischenräumen, zumal der äusseren Schichten, eine bedeutende Menge sternförmiger Pigmentzellen eingebettet ist.

---

1) Arch. f. Ophth. Bd. XV, Abth. 1.
2) Verhandlungen d. phys. med. Gesellschaft in Würzburg. Bd. X, S. 108.
3) l. c. Bd. X, S. 189.

Die Fasern dieses Netzes verlaufen, unter einander anastomosirend, haupt-
:hlich in einer der Scleraoberfläche parallelen Richtung, dabei nur wenige
rtsätze in die benachbarten Schichten abgebend; daher gewinnt es den
ıschein, als verwebten sich die Fasern zu mehreren, gesonderten Häutchen,
n welchen eine gewöhnlich auf der Sclerotica (Lamina fusca Aut.), die an-
re, dickere, auf der Choroidea haften bleibt. Die letztere zerfällt ihrerseits
einige über einander geschichtete Platten, welche, beginnend am hinteren
ıeile des Ciliarkörpers, bis zum Eintritte des Sehnerven reichen (Membrana
prachoroidea).

Mit der Membrana suprachoroidea steht das fibrilläre Stroma in Verbin-
ıng, welches die Zwischenräume zwischen den Gefässen einnimmt.

Das Stroma der Choroidea ist sehr reich an Zellen. Am meisten charakte-
stisch sind die sternförmigen Pigmentzellen, deren Form in den oberfläch-
:hen und tiefen Schichten der Choroidea etwas verschieden ist. Die in den
›erflächlichen Schichten gelegenen Zellen zeigen eine sternförmige Gestalt
ıit kurzen, breiten und flachen Fortsätzen; ihr dunkelbraunes Pigment lässt
desmal den Kern frei, welcher daher auch immer scharf sichtbar ist. Die
efer gelegenen, sternförmigen Zellen, welche die Zwischenräume zwischen
en Gefässen vollständig ausfüllen, sind mehr dick als flach, mit langen,
ünnen Fortsätzen versehen, welche häufig mit den Fortsätzen der benach-
arten Zellen anastomosiren und ein dichtes Netz bilden. Diese Zellen sind
ewöhnlich dunkler als die oberflächlichen.

Ausser pigmenthaltigen trifft man in der Choroidea auch noch pigment-
›se Zellen von der verschiedensten Form an; von ihnen verdienen eine be-
›ndere Beachtung die rundlichen Zellen, welche ihrer Grösse und Form nach
ehr den weissen Blut- oder Lymphkörperchen gleichen (Haase[1])). Sie wer-
en in allen Schichten der Choroidea angetroffen, aber vorwaltend in den
efsten zwischen den Capillaren. Diese Zellen vermögen, wie die weissen
lutkörper, ihre Form und ihren Ort zu verändern. Ihre Anzahl ist bedeuten-
en Schwankungen unterworfen, je nach dem Alter und dem Gesundheits-
ustand des Auges. Sie sind sehr zahlreich bei Kindern, in ungleich gerin-
erer Anzahl trifft man sie bei Erwachsenen an, bei welchen ihre Anzahl
ehr verschieden ist. Sie erscheinen massenhaft bei jedem intraocularen,
athologischen Zustande.

Die äussere Oberfläche der Suprachoroidea soll nach neueren Unter-
uchungen Schwalbe's mit Endothelium bedeckt sein.

Was die Natur des Gewebes anbelangt, aus dem sich die Choroidea zu-
ammensetzt, so kann diese Frage nicht ausschliesslich durch histologische,
ondern nur durch histogenetische Bearbeitung gelöst werden. Der Mange
n letzterer war die Veranlassung, dass man das Stroma der Choroidea will-

1) Arch. f. Ophth. Bd. IV, S. 57.

kürlich einmal zum Bindegewebe, das andere mal zum elastischen Ge-
hinzuzählte.

II. An der **Regenbogenhaut** unterscheidet man den Pupillar-
Margo pupillaris, welcher ihre centrale Oeffnung, die Pupille, begrenzt,
den Ciliarrand, Margo ciliaris, der sie an den Ciliarkörper und die Horn-
befestigt; ferner eine vordere und hintere Oberfläche.

An der vorderen Oberfläche der Iris bemerkt man eine gezackte Li-
wodurch diese Oberfläche in zwei Zonen getheilt wird. Die innere, Pupil-
zone, etwa 1 Mm. breit, ist mit strahligen, eng zusammengelegten Fält-
besetzt, die äussere, Ciliarzone, misst in der Breite etwa 3 Mm. (bei mittl-
Pupillendurchmesser von 4 Mm. an der Leiche) und besitzt in der äuss-
Hälfte 5—7 concentrisch geordnete Falten, welche immer, besonders ab-
erweiterter Pupille scharf hervortreten.

Die vordere Oberfläche der Regenbogenhaut ist mit Epithel bede-
welches eigentlich die Fortsetzung des Epithels der Descemet'schen Haut
sich aber etwas von ihm unterscheidet, und zwar besteht es aus klein-
Zellen, welche körnig und nicht so ausgeprägt sechswinkelig sind, sich a-
nicht so scharf von einander absetzen, wie das Epithel der Descemet'sch-
Haut.

Die hintere Oberfläche der Iris ist schwarz gefärbt, was seinen Grund
einer dicken hier befindlichen Pigmentschicht hat; es ist diess die Uvea d-
Autoren. Die Uvea beginnt am Rande der Pupille, welche im Zustande d-
Verengerung deutlich von ihr eingesäumt wird (während des Erweiterung-
vorganges der Pupille verschwindet dieser Saum zu allererst), und endigt a-
Ciliarrande, in die Pigmentschichte der Ciliarfortsätze übergehend. (Die Gren-
zwischen diesem und jenem Pigmente ist immer scharf ausgeprägt, da d-
Pigment der Ciliarfortsätze bis zu seiner Berührungsstelle mit der Uvea m-
einer Lage des Ciliartheiles der Retina versehen ist.)

In histologischer Beziehung besteht die Uvea aus Zellen, deren Proto-
plasma von, den Kern vollkommen verdeckenden, Pigmentkörnchen durch-
setzt ist. Beim Zerzupfen dieser Schichte gerathen gewöhnlich unter da-
Mikroskop Klümpchen von den verschiedensten Dimensionen und mit rauher
Oberfläche, es ist daher unmöglich, aus diesen Bruchstücken die Form der
Zellen zu bestimmen. Die Kerne, vollständig vom Pigment befreit, sind rund,
leicht körnig.

Die freie Oberfläche der Uvea besitzt eine Reihe strahlenförmig geordneter
seichter Falten, welche in Gestalt regelmässiger, gerader Linien vom pupillaren
zum ciliaren Rande sich erstrecken; ihre Zahl ist 70—80.

Beim Menschen existirt keine Bedeckungsmembran für diese Pigment-
schichte. Das, was man sonst unter dem Namen Membrana limitans Pacini,
Jacobi, pigmenti beschrieb, sind nach Kölliker »die vereinten äusseren Zellen-
wandungen der Pigmentzellen«; nach Henle ist es die Grenze des Kittes,
der die Pigmentkörnchen zusammenhält, eine Deutung, welche um so wahr-

[sch]einlicher klingt, als man an den Zellen dieser Schichte keine Wandungen [wa]hrnehmen kann.

Das Gewebe der Regenbogenhaut besteht, so wie das Gewebe der Choroidea [au]s Gefässen, Muskeln, Nerven und dem Stroma.

Die Gefässe der Iris zeichnen sich im Allgemeinen durch die ausser[or]dentliche Dicke ihrer Wandungen (Arnold), im Besonderen durch die [Ad]ventitia (Henle) derselben aus, welche letztere für sich bedeutend dicker [is]t als die übrigen Gefässhäute zusammengenommen. Ausserdem zeigen die [G]efässwandungen der Iris eine mächtige Entwickelung der Muskulatur (Arnold [u]nd Hüttenbrenner).

Die Bewegungen der Iris vermitteln zwei Muskeln: der Sphincter, welcher [d]ie Pupille verengt, und der Dilatator, dessen Thätigkeit Erweiterung der [P]upille zur Folge hat.

Der Sphincter der Pupille (Fig. 365 *a*) nimmt die Pupillarzone der Iris [e]in und erstreckt sich vom Pupillarrande auf 0,9—1,3 Mm. nach aussen. [A]m Pupillarrande ist er dünner (er ist hier 0,10 Mm. dick), nach aussen wird er dicker und erreicht nicht weit von seinem äusseren Rande die Dicke von 0,25 Mm. Er ist der hintern Oberfläche der Iris näher gerückt, so dass er von der Uvea nur durch eine dünne Schicht Bindegewebe und äusserst zarte, dem Dilatator angehörige Muskelzüge geschieden ist.

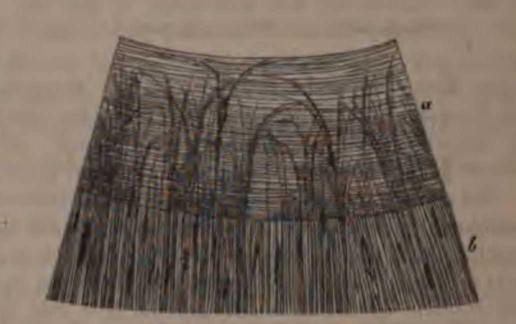


Fig. 365. Segment der Iris von der Fläche gesehen. *a* Sphincter. *b* Dilatator.

Der Dilatator pupillae (Fig. 365 *b*) entwickelt sich aus den Bündeln des Sphincter als deren ununterbrochene Fortsetzung. Seinen Anfang bildet eine Reihe bogenförmig verflochtener Bündel, welche theils im Inneren des Sphincters, theils an seiner hinteren Oberfläche zwischen ihm und der Pigmentschichte gelagert sind. Diese einzelnen Bündel vereinigen sich, nachdem sie schon seine Grenze überschritten haben, zu einer zusammenhängenden, die ganze, hintere Irisoberfläche (Fig. 362 *f*) überziehenden Muskelplatte; alle seine Fasern liegen regelmässig parallel neben einander, alle sind im strahlenförmigen Zuge von dem Pupillar- zum Ciliarrande gerichtet.

In der Entfernung auf $^1/_2$ Mm. von der Anheftungsstelle theilt sich der Muskel in einzelne Bündel, welche sich in zwei Lagen (Fig. 366 *a*, *a'*) über einander schichten. Die Fasern dieser Bündel verändern unmittelbar am Ciliarrande neuerdings ihre Richtung, biegen bogenförmig (*b*) um und bilden,

nachher sich unter einander verflechtend, einen dünnen ...
welcher ringförmig den Ciliarrand der Iris (Fig. 362 ...) umfasst.

Die Literatur über den Dilatator bringt uns unwillkürlich auf den ...
dass man bis auf HENLE die Existenz dieses Muskels beim Mensch...
auf Grund der zwingenden physiologischen Nothwendigkeit voraussetzte, ...
sie in Wirklichkeit ...
war. Dass die Mehrz...
Autoren ihn bei Thier...
sehen haben, das ...
wohl keinem Zweifel; ...
wahrscheinlich ist es, ...
dann die dort ...
Beobachtungen direct ...
Menschen übertragen, ...
auf Grund der Eigenthü...
keiten, die die ganze ...
tung des Accomodation...
Muskelmechanismus beim M...
schen aufweist, ist ein ...
einfaches Uebertragen der ...
Thieren gewonnenen Res...



Fig. 366. Anordnung der Muskelzüge in der Iris. Buchstaben im Text erläutert.

auf den Menschen nicht thunlich. — Die Besonderheiten im Baue des Dila...
beim Menschen nöthigten selbst HENLE zu der richtigen Bemerkung, dass zwisc...
dem Objecte seiner Beschreibung und jenem, das von BRÜCKE und KÖLLIKER ...
Dilatator gedeutet wurde, keine Gemeinschaft existire.

KÖLLIKER [1]) selbst verbirgt nicht, dass seine Beschreibung dem Dilatator ...
Kaninchens entlehnt sei. Der Dilatator besteht nach ihm aus einzelnen dün...
Bündeln, welche zwischen den Gefässen, folglich in der Irissubstanz liegen. HENLE ...
deutet auf eine besondere Faserlage hin, welche sich auf der inneren Irisoberflä...
befindet, und meint, in dieser gleichartigen und lückenlosen, obzwar sehr dün...
Schichte von Radiärfasern, welche sich vom pupillaren bis zum ciliaren Ra...
erstrecken, den Muskel zu erblicken, dessen Contraction die Erweiterung ...
Pupille zur Folge habe.

Diese Aeusserung gab die Veranlassung zu neuen Arbeiten über den Dilata...
Nach HÜTTENBRENNER [3]) zeigt der Dilatator beim Kaninchen die von HENLE ...
schriebene, zusammenhängende Schichte von Muskelfasern, welche gleich hi...
dem Epithel, das bei diesen Thieren die Pigmentschichte vertritt, gelagert ...
Dieser Muskel reicht bis zum Ciliarrande, einige von seinen Fasern können le...
bis zum Lig. pectinatum verfolgt werden. Es ist diess augenfällig nicht j...
Muskel, den KÖLLIKER bei Kaninchen gesehen hat. Nach der Meinung HÜTT...
BRENNER's ist auch der Dilatator beim Menschen auf dieselbe Weise eingerich...
Dem Gesagten zufolge bestätigt dieser Autor, mit alleiniger Ausnahme des Ueb...
ganges von Muskelfasern in das Lig. pectinatum, die Ansichten HENLE's und z...
nicht allein für den Menschen, sondern auch in Betreff der Thiere.

MERKEL [4]) beschreibt und zeichnet den Dilatator wieder mehr ähnlich ...

1) Handbuch der Gewebelehre des Menschen 1867, § 667.
2) Handbuch der system. Anatomie des Menschen. Bd. II, S. 635.
3) Sitzungsberichte d. k. Academie d. Wissensch. 4. Abth. 1868.
4) Zeitschrift für rat. Medicin. XXXI, XXXIV.

Kölliker'schen Definition; es ist da nicht von einer gleichmässigen und lückenlosen Schichte, wie sie Henle gesehen, die Rede, sondern von isolirten Bündeln, welche übrigens, wie bei Henle, gleich hinter dem Pigmente gelagert sind.

Dogiel [1]) beschreibt einen Muskel, der auf die von Brücke und Kölliker gegebenen Beschreibungen desselben passt: er beginnt vom Sphincter auf der Vorderfläche der Iris, dann richtet er sich, in vereinzelte Bündel gespalten, zwischen den Gefässen von innen nach aussen und befestigt sich am Ciliarring.

In Anbetracht dieser Widersprüche forderte ich Herrn Jeropheeff auf, den Dilatator beim Menschen zu untersuchen. Die Resultate dieser Untersuchung sind oben mitgetheilt worden; sie stimmen mit der Beschreibung Henle's vollkommen überein. Ausserdem ist es Herrn Jeropheeff gelungen, noch die circulären Bündel beim Ciliarrande zu entdecken.

Die Nerven der menschlichen Iris sind vorläufig in Folge der bedeutenden Schwierigkeiten, die sich ihrer Untersuchung entgegenstellen, noch sehr unbefriedigend erforscht. Die beste Untersuchung über diesen Gegenstand ist die von Arnold [2]) und behandelt eigentlich nur die Nerven des Kaninchens.

Die Nerven der Iris sind Aeste der Ciliarnerven der Choroidea. Nachdem sie die Iris betreten, theilen sie sich in ihrem äusseren Theile dichotomisch, bilden Bogen und zerfallen dann in ein Netz, bestehend aus Nervenästen mittlerer Grösse. In diesem Netze bemerkt man einen Faseraustausch der Nervenstämme, wobei die Gruppirung der Fasern sehr an das Chiasma nerv. opticorum erinnert.

Von diesen Kreuzungspunkten entwickeln sich drei Arten von Nervenfibrillen: a) blasse Fasern, mit aller Wahrscheinlichkeit dem Sympathicus angehörig, welche ihre Richtung zur hintern Oberfläche der Iris nehmen (folglich zum Dilatator) und auf ihr ein sehr feines Netz bilden; b) markhaltige Fasern, welche zur vorderen Oberfläche treten und dort in ein dichtes Netz feiner Fasern zerfallen; es sind diess die sensiblen Fasern der Regenbogenhaut; c) schliesslich breitet sich ein drittes Netz innerhalb des Sphincters aus; seine zarten Nerven gehören grösstentheils zu den motorischen.

Die Gefässe, Muskeln und Nerven der Iris liegen in einem Stroma eingebettet, welches zumeist aus Bindegewebsfibrillen und Zellen besteht.

Das Bindegewebe begleitet in Form von dünnen Fibrillenbündeln die Gefässe; ausserdem trifft man in den Zwischenräumen derselben auch Fasern, welche hauptsächlich in der Längsrichtung verlaufen.

In schwarzen Augen besteht die Hauptmasse des Stromas aus pigmentirten, sternförmigen Zellen, welche unter einander dichte Anastomosen ein-

1) Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. VI, S. 95.

2) Arch. für pathol. Anatomie und Physiol. Bd. XXVII. Ueber die Nerven und das Epithel der Iris.

gehen. Am dichtesten befinden sich diese Zellen in der oberfläch
Schichte der Iris. In schwarzen Augen trifft man ausserdem noch viele
runde, stark pigmentirte Zellen an.

In hellen Augen findet man pigmentlose, sternförmige Zellen mit lan
dünnen Fortsätzen, und ausserdem eine grosse Menge runder, den Ly
körpern ähnliche Zellen.

III.

Die Blutgefässe des Auges.

Von

Th. Leber.

Die Blutgefässe des Augapfels bilden zwei fast vollständig getrennte Systeme, das Netzhautgefässsystem und das Aderhaut- oder Ciliargefässsystem, welche nur durch eine Anzahl kleiner Aeste an der Eintrittsstelle des Sehnerven mit einander zusammenhängen.

Das Netzhautgefässsystem versorgt ausser der Netzhaut noch einen Theil des Sehnervenstammes; das Ciliargefässsystem ausser dem Aderhauttractus (Chorioidea, Ciliarkörper und Iris) noch die Sclerotica, den Hornhautrand und den zunächst an letzteren grenzenden Theil der Scleroticalbindehaut.

Der übrige Theil der Bindehaut erhält besondere Gefässe, welche von denen der Lider abstammen und das Bindehautgefässsystem bilden.

I. Netzhautgefässsystem.

Das Netzhautgefässsystem wird gebildet von der Art. u. Ven. central. retinae. Die Arterie ist einer der ersten Aeste der Ophth. und tritt in einer Entfernung von 15—20 Mm. vom Auge in schräger Richtung in den Sehnervenstamm ein, die Vene erst etwas näher am Auge. Letztere mündet in der Regel direct in den Sinus cavernosus, geht aber meistens vorher noch einige starke Anastomosen mit der Ophth. sup. ein, zuweilen mündet sie auch direct in die letztere; selten ist ihre Einmündung in die Ophth. inf. [1]) Arteria und Vena centr. ret. (Fig. 367 $e e_1$) verlaufen neben einander in der

---

1) WALTER, de venis oculi. Berol. 1778. SESEMANN, die Orbitalvenen des Menschen und ihr Zusammenhang mit den oberflächlichen Venen des Kopfes. REICHERT und DU BOIS Arch. 1869, p. 2.

Axe des Sehnerven, umhüllt von etwas Bindegewebe, bis zu dessen intra-ocularem Ende. Sie ertheilen während dieses Verlaufs dem Opticusstamme kleine Zweige, welche in den die Nervenbündel umstrickenden, netzförmig verbundenen Bindegewebsbalken ihren Verlauf nehmen.

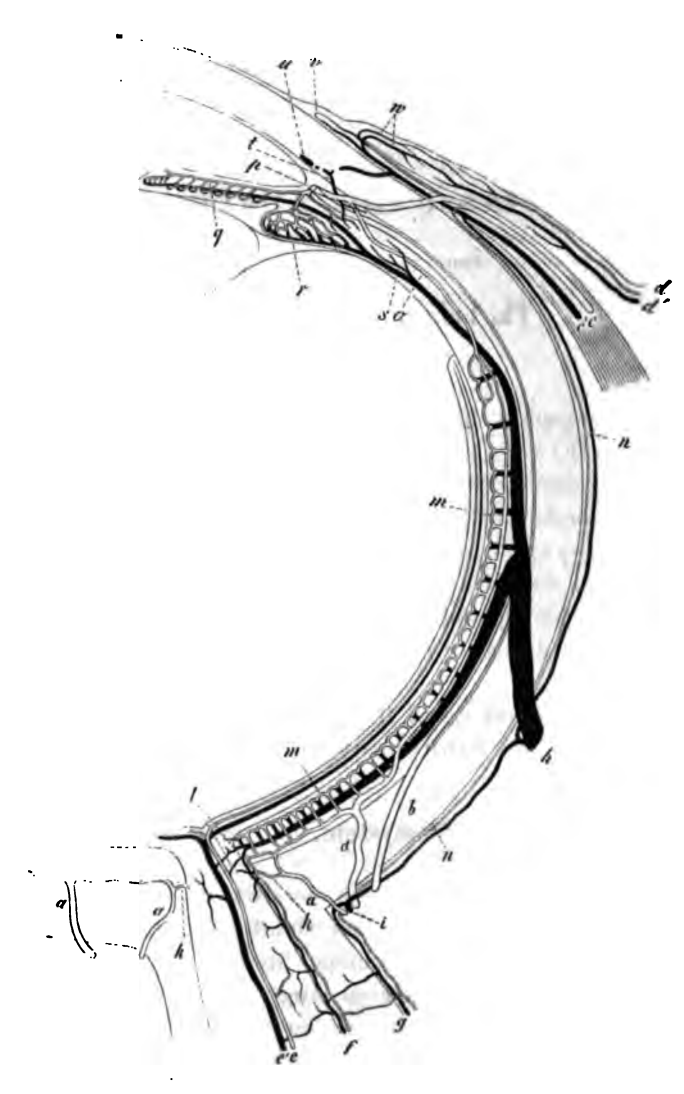


Fig. 367. Schema[illegible]tische Darstellung des Gefässverh[illegible] im Auge. Horizontal-schnitt. Venen schwarz, Arterien hell. *a* A. cil. post. br. *b* A. cil. long. *c* c_1 A. u. V. cil. ant. *d* d_1 A. u. V. conj. post. *e* e_1 A. u. V. centr. ret. *f* Gefässe der inneren, *g* der äusseren Opt.-scheide, *h* V. vort. *i* Ven. cil. p. brev. *k* Ast der A. cil. p. br. zum Opt. *l* Anastom. der Chor.-gefässe mit denen d. Opt. *m* Chorio-capillaris, *n* Episcle-rale Aeste, *o* A. re-currens chor. *p* Circ. art. irid. maj. (Quer-schnitt). *q* Gefässe der Iris. *r* Ciliarfortsatz. *s* Ast der V. vort. aus dem Cil.-muskel. *t* Ast der vordr. Cil.-vene aus dem Cil.-muskel. *u* Circ. venosus. *v* Rand-schlingennetz d. Horn-haut. *w* Art. u. Ven. conj. ant.

Ausser den Aesten der Centralgefässe erhält der Sehnerv noch zahlreiche Zweige von den Gefässen der inneren Scheide *f* (des eigentlichen Neurilems des Nerven), und von denen der äusseren Scheide *g*, wenn auch in geringerer Zahl. Diese Gefässe sind Aeste der Ophthalmica und ihrer ersten Verzwei-gungen. Der intracranielle Theil des Sehnerven, das Chiasma und die Tractus

werden versorgt von den in der betreffenden Gegend verlaufenden Gefässen der Pia und des Gehirns, deren Verzweigungen mit denen des intraorbitalen Theils des Nerven in Verbindung stehen.

Bei seinem Eintritt ins Auge erhält der Sehnerv auch noch Aeste von einigen (2—3) der kurzen hinteren Ciliararterien, *k*. Dieselben bilden in der Sclerotica einen den Sehnerveneintritt umgebenden, geschlossenen Gefässkranz (Zinn'scher oder Haller'scher Kranz [1]), der zahlreiche feine Aestchen in den Sehnerven hineinsendet, welche mit den Aesten der Centralarterie anastomosiren.

Venen, welche diesen Aesten der Ciliararterien entsprechen, giebt es nicht; dagegen hängen die feineren Arterien, Venen und Capillaren der Chorioidea am Sehnervenrande direct zusammen mit den entsprechenden Gefässen der Papille und der inneren Sehnervenscheide, so dass hier ein ziemlich inniger Zusammenhang des Retinal- und Ciliargefässsystems stattfindet, *l*.

Ein anderer Zusammenhang beider Gefässsysteme existirt nicht; an der Ora serrata hören sämmtliche Gefässe der Netzhaut mit capillaren Schlingen auf, ohne sich mit denen der Aderhaut irgendwie zu verbinden.

Die Centralgefässe verlaufen in der Axe des Sehnerven bis zur Oberfläche der Papille, wo sie sich, oder schon etwas vorher, in ihre Hauptäste theilen, und zwar die Vene meist etwas früher als die Arterie. Die Verästelung erfolgt in dichotomischer Weise. Ein Hauptast der Arterie sowohl als der Vene verläuft nach oben, der andere nach unten, um sich ziemlich rasch wieder in zwei schräg aus einander weichende Aeste zu theilen etc. Die Venen begleiten häufig die Arterien, wenigstens ungefähr, in ihren gröberen Verzweigungen; die letzteren sind feiner als die entsprechenden Venen. Uebrigens kommen ziemlich viele individuelle Verschiedenheiten des Verlaufs der Gefässe vor. Gerade temporalwärts, über die Macula lutea weg, sieht man niemals ein grösseres Gefäss verlaufen (oder nur in höchst seltenen Ausnahmsfällen, Mauthner); alle grösseren Gefässe umkreisen den gelben Fleck in Bogen, um zu den peripherischer gelegenen Netzhauttheilen zu gelangen, und senden nur von allen Seiten her kleinere Gefässe in die Macula hinein; ähnliche kleine Gefässe gehen auch von der Papille direct dahin. Dieselben versorgen die Macula, endigen aber sämmtlich am Rande der Fovea centralis mit capillaren Schlingen, so dass diese letztere ganz gefässlos ist.

Das Capillarnetz der Retina zeichnet sich durch viel weitere Maschen vor dem der Chorioidea aus; die Capillaren selbst sind feiner und sehr dünnwandig. Die Verzweigung der Retinalgefässe hat grosse Aehnlichkeit mit der der Centralorgane des Nervensystems. Nach His finden sich in der Umgebung der Retinalgefässe ganz ähnliche perivasculäre Lymphräume, wie an den Gefässen des Gehirns und Rückenmarks.

---

1) Abbildung findet sich in Jäger, Ueber die Einstellungen des dioptr. Apparats, Wien 1861, Taf. III, Fig. 34—36; und Th. Leber, Anat. Unters. über die Blutgefässe des menschl. Auges. Denkschr. d. Wiener Akademie. XXIV. Bd. Taf. IV.

Die gröberen Aeste der Centralgefässe verlaufen alle in der Nerv schicht der Netzhaut und je weiter nach aussen in der Reihenf Schichten, um so kleiner werden die darin vorkommenden Gefä letzten dringen bis zur Zwischenkörnerschicht vor; äussere Körne Stäbchenschicht sind, wie die Fovea centralis, gefässlos.

Beim Foetus giebt die Centralarterie noch die Art. hyaloidea ab, welc der Sehnervenpapille durch einen Kanal im Glaskörper sich nach vorn zur fläche der Linse begiebt und diese mit Gefässen überzieht. Beim Neugebore sie bereits vollständig zurückgebildet, und nur in seltenen Fällen wurde die noch während des extrauterinen Lebens und meist im obliterirten Zustande troffen.

Bei manchen Thieren fehlen die Netzhautgefässe oder verzweigen sich n einem bestimmten Theile der Netzhaut.

Bei Vögeln, vielen Amphibien und Fischen fehlen sie vollständig, werden aber meistens, jedoch nicht immer durch Gefässe der Hyaloidea ersetzt, welche der Innenseite der Retina ausgebreitet sind (Huschke, Hyrtl, H. Müller). Un den Säugethieren besitzt das Kaninchen nur in dem durch markhaltige Nervenfas ausgezeichneten Theil der Retina Gefässe. Beim Pferd treten nur ganz kleine G fässe ein, welche sich in einer nicht mehr als 3—6 Mm. breiten Zone zu eine zierlichen Kranze von Capillarschlingen auflösen.[1] Beim Meerschweinchen sie man mit dem Augenspiegel nur zuweilen ganz feine Gefässe auf der Sehnerven- papille, welche sich nicht in die Netzhaut hinein verfolgen lassen.

II. Ciliar- oder Aderhautgefässsystem.

Der gesammte Aderhauttractus, die Sclerotica mit dem Hornhautrande und dem sich zunächst daran schliessenden Theile der Scleroticalbindehaut werden von den sogenannten Ciliargefässen versorgt. Es sind dies folgende:

a) Arterien.

1. Die kurzen hinteren Ciliararterien, Aa. cil. post. brev. Fig. 367 und 368 *a*. 4—6 kleine Stämmchen, die aus der Ophthalmica oder ihren ersten Aesten entstehen. Sie theilen sich, während sie dem Stamme des Opticus folgen, in eine grössere Anzahl von Zweigen, welche (einige 20 an Zahl) die Sclerotica in ihrem hinteren Abschnitte in ziemlich gerader Richtung von aussen nach innen durchbohren. Die zahlreichsten und stärksten Zweige treten in der Gegend des hinteren Pols des Auges ein, eine geringere Anzahl nach innen von der Insertion des Opticus und in seiner näheren Umgebung. Die letzteren pflegen auch geringeren Calibers zu sein; einige derselben geben die schon erwähnten Aeste in den Sehnerveneintritt ab.

2. Die langen hinteren Ciliararterien, Aa. cil. post. long., *b*. Ihr Ursprung ist derselbe wie bei den kurzen Ciliararterien; sie durchbohren, 2 an Zahl, die Sclerotica etwas weiter nach vorn als die letzteren, im horizontalen Meridian des Auges, die eine an der medialen, die andere an

---

[1]) H. Müller, Notiz über die Netzhautgefässe bei manchen Thieren. Würzb. naturw. Zeitschr. II. p. 64.

der lateralen Seite. Ihr Durchtritt durch die Sclerotica geschieht in sehr schräger Richtung, so dass die Arterie einen bis 4 Mm. langen Canal innerhalb der Sclerotica durchläuft.

3. Die vorderen Ciliararterien, Aa. cil. ant., c, die keine directen Aeste der Ophthalm. sind, sondern von den Arterien der 4 geraden Augen-

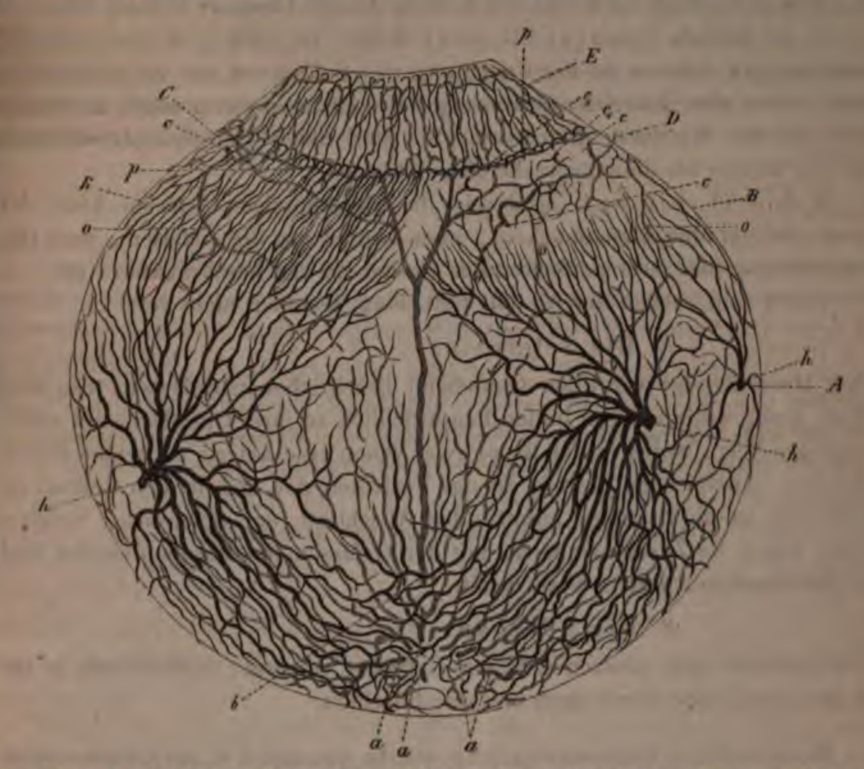


Fig. 368. **Halbschematische Darstellung des Gefässverlaufs in der Aderhaut.** *A* Chorioidea; *B* nicht gefalteter Theil des Ciliarkörpers, Orbiculus ciliaris; *C* Ciliarfortsätze (der Ciliarmuskel ist hinweggenommen zu denken); *D* Ciliarmuskel; *E* Iris. *a* Aa. cil. post. brev.; *b* A. cil. post. long.; *c* Aa. cil. ant.; c_1 Vv. cil. ant.; *h* Vv. vort.; *o* Aa. recurr. chor.; *p* Circ. art. irid. maj.

muskeln abstammen. Meist entstehen aus jedem Muskel 2 Arterien, vom R. ext. in der Regel nur eine. Sie treten an der Insertion der Sehne zur Sclerotica hinüber, verlaufen meist ziemlich stark geschlängelt gegen die Cornea hin und durchbohren, nach Abgabe feiner oberflächlicher Zweige, mit ihren perforirenden Aesten die Sclerotica nicht weit vom Hornhautrande in mässig schiefer Richtung.

b) Die Venen des Ciliargefässsystems sind:

1. Die sogenannten Venae vorticosae, *h*, meistens 4 Stämmchen, welche entweder direct in die V. ophth. oder in Muskeläste einmünden. Sie durchbohren die Sclerotica in der Gegend des Aequators in eben so schräger Weise,

...angen Cil.-art. Häufig theilen sich eine o
...dem Eintritt in die Sclerotica. wodurch die Zahl
auf 6; selten darüber steigt.

Auch während des Durchtritts durch die Sclerot
kommen öfters Theilungen vor: es geben deshalb in die
4—6 grösseren meist noch eine wechselnde Anzahl klein

2. Die kleinen Venulae cil. post. brev., Fig. 367
gleichnamigen Arterien in der Umgebung des Sehnerven
treten, aber nur den Scleroticalzweigen der letzteren ents
Aeste aus der Aderhaut aufnehmen. Sie sind daher viel
und viel kleiner als die entsprechenden Arterien.

3. Die VV. cil. ant. sind wie die gleichnamigen Ar
Venen der geraden Augenmuskeln, aber kleiner als die Arte
Verästelungsgebiet ihrer perforirenden Zweige ein viel beschrän
Venen vom Verlauf der Aa. cil. post. long. kommen nicht v

A. Die Sclerotica

erhält kleine Zweige von allen vorstehend beschriebenen Gefässen
jedoch wenig zahlreich und bilden hauptsächlich an ihrer Oberfläche
maschiges Netz, wobei in der Regel zwei Venen eine Arterie zu beid
begleiten. Abweichend hiervon ist das Verhalten der episcleralen G
vordersten an die Hornhaut grenzenden Abschnitte der Sclerotica,
weiter unten im Zusammenhange mit den Gefässen des Hornhautrande
der Bindehaut geschildert werden soll.

B. Die Aderhaut

wird von einer sehr grossen Zahl von Gefässen versorgt, welche sich in
auf das reichlichste verzweigen und durchflechten.

Diese reichliche Gefässentwickelung, welche namentlich in den Ciliarfortsätzen
ihren Höhepunkt erreicht, scheint dazu bestimmt, die Flüssigkeit zu secerniren,
welche den intraocularen Druck unterhält, da dieser bei der fortwährenden Filtra-
tion durch die Augenkapsel sonst rasch abnehmen müsste. Ausserdem dürften
vielleicht die Gefässe der Chorioidea auch mit zur Ernährung der äusseren gefäss-
losen Netzhautschichten bestimmt sein, was um so wahrscheinlicher ist, als, wie
schon oben erwähnt wurde, bei manchen Thieren die ganze Netzhaut gefässlos ist,
wo also die Ernährung jedenfalls von der Aderhaut übernommen werden muss.

Aus der obigen Aufzählung der Gefässe des Ciliargefässsystems ist schon
ersichtlich, dass sich die Arterien und Venen der Aderhaut keineswegs voll-
kommen entsprechen. Der Aderhauttractus lässt sich in Bezug
auf seinen arteriellen Zufluss in zwei ziemlich getrennte
Gebiete abtheilen: Das erstere, gebildet von der eigentlichen
Chorioidea, erhält sein Blut durch die kurzen hinteren
Arterien, das zweite, bestehend aus Ciliarkörper ...
...rgt von den langen hinteren und de...

Nur erhält der vorderste Theil der Chorioidea noch eine Anzahl rücklaufender Zweige aus dem vorderen Gebiete, wodurch eine Verbindung dieses mit dem hinteren art. Gebiete zu Stande kommt.

Anders verhält es sich mit dem venösen Abfluss: Der grösste Theil des Venenblutes der gesammten Aderhaut (Chorioidea, Ciliarkörper und Iris) hat einen gemeinschaftlichen Abfluss durch die Venae vorticosae, und nur ein Theil des Blutes des Ciliarmuskels ergiesst sich nach aussen durch die kleinen vorderen Ciliarvenen, welcher vordere Abfluss demnach an Mächtigkeit weit hinter dem anderen zurücksteht.

1. Arterien der Chorioidea.

Die Stämmchen der kurzen Ciliararterien liegen im hintersten Abschnitte der Chorioidea anfangs in der obersten Schichte dieser Membran, umhüllt von etwas lockerem, meist dunkel pigmentirtem Gewebe. Während ihres Verlaufs nach vorn machen sie zuerst einige starke Schlängelungen und treten dann allmählig unter fortwährenden dichotomischen Theilungen in die tieferen Schichten der Aderhaut ein. Die feinsten Zweige lösen sich in das gleichmässig die ganze Innenfläche der Chorioidea bedeckende Capillarnetz, die sogenannte Choriocapillaris auf. Die nach vorn ziehenden Verzweigungen zeichnen sich vor den Venen durch ihren mehr gestreckten Verlauf aus, während die in der Umgebung des Sehnerven befindlichen feineren Zweige wie die der Venen stark gewunden sind. Dieser Umstand und die grosse Zahl der in dieser Gegend vorkommenden Gefässe machen es, dass uns hier an gut injicirten Präparaten ein fast unauflösbares Gewirr von feinen Gefässen entgegen tritt.

Ausser den in Capillaren sich auflösenden Aesten kommen nicht, wie früher [1]) angenommen wurde, noch andere Aeste vor, welche direct in Venen übergehen. Die Annahme der letzteren beruht auf Täuschungen, welche bei Anwendung der früher gebräuchlichen opaken Injectionsmassen leicht vorkommen konnten, bei durchsichtigen gefärbten Flüssigkeiten aber vermieden werden. [2])

Die kurzen Ciliararterien gehen vollständig in dem Capillarnetz der Chorioidea auf und geben keine Aeste weiter nach vorn zum Ciliarkörper und der Iris ab. Die frühere Annahme solcher Aeste beruht auf Verwechselung mit Venen, welche vom Ciliarkörper zu den Venae vortic. sich begeben. Im Gegentheil erhält der vorderste Theil der Chorioida noch eine Anzahl rück-

1) Brücke, anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin, 1847, p. 14.

2) Th. Leber, Anat. Unters. über die Blutgefässe des menschl. Auges. Denkschr. der Akad. zu Wien. XXIV. Math. natw. Cl. p. 801. Ders., Unters. über den Verlauf und Zusammenhang der Gefässe im menschl. Auge. Arch. f. Ophth. XI. 1. p. 15.

laufender Aeste[1] aus dem Ciliarkörper, von den langen hinteren vorderen Ciliararterien. Dieselben laufen in wechselnder Zahl und und in grösseren Abständen zwischen den zahlreichen parallelen Ve Orbiculus ciliaris nach rückwärts, versorgen den vordersten Abschn Chorioidea mit Capillaren und anastomosiren auch theilweise mit den Aesten der kurzen h. Ciliararterien.

Das Capillarnetz bedeckt continuirlich die ganze innere Fläch Aderhaut vom Sehnerveneintritt bis zur Grenze des Orbiculus cil. we der Ora serrata der Netzhaut entspricht, und hört hier mit einem um mässig zackigen Rande auf. Seine Maschen sind in der Nähe des Sehn unregelmässig rundlich und sehr fein, werden aber, je weiter vom Sehner entfernt, um so mehr in die Länge gestreckt: der Längsdurchmesser übertr schliesslich den breiten Durchmesser um das 8—10fache; auch der Durch messer der Capillaren selbst nimmt dabei etwas zu.

Im Orbiculus ciliaris kommen eigentliche Capillaren nicht vor.

2. Arterien des Ciliarkörpers und der Iris.

Die beiden langen hinteren Ciliararterien laufen nach ihrem Durchtritt durch die Sclerotica an der Aussenfläche der Aderhaut, ohne ihr Aeste zu ertheilen, in horizontaler Richtung nach vorn zum Ciliarmuskel. Hier theilen sie sich in zwei schräg aus einander weichende Aeste, welche in die Substanz des Muskels eindringen und, an seinem vorderen Ende angelangt, ganz in die circuläre Richtung umbiegen, so dass die beiden Aeste jeder Arterie einander im Umfange des Auges entgegenlaufen. Der hierdurch entstehende Gefässkranz wird vervollständigt durch Aeste der vorderen Ciliararterien, die direct aus der Sclerotica zum Ciliarmuskel gelangen. Hierdurch wird am vorderen Rande des Muskels ein geschlossener Arterienkranz erzeugt, Circulus arteriosus iridis major, welcher besonders die Iris und die Ciliarfortsätze versorgt, während die Arterien des Ciliarmuskels und die Rami recurrentes der Chorioidea ausser von ihm auch von den Ciliararterien direct abgegeben werden.

Bei manchen Thieren, bei welchen die Ciliarfortsätze weiter auf die Hinterfläche der Iris vorgerückt sind, z. B. beim Kaninchen, liegt der Circul. irid. maj. nicht mehr im Ciliarmuskel, sondern in der Iris, in einer kleinen Entfernung von ihrem Ciliarrande.

Ausser dem Circ. irid. major bilden die langen und vorderen Cil.-art. noch weiter hinten im Ciliarmuskel einen unvollständigen Kranz von Anastomosen.

---

1) Diese rücklaufenden Aeste wurden zuerst beschrieben und abgebildet von Haller (Tab. art. ocul. Tab. VI. Fig. 4) und von Zinn (Descr. anat. oc. hum. ed. ab H. A. Wrisberg Goett. 1780. p. 39) geriethen aber später in Vergessenheit, bis ich dieselben wieder auffand (loc. cit. p. 303 u. 306. Taf. II. 12).

Die Arterien des Ciliarmuskels verzweigen sich in baumförmiger Weise, wobei sie dem Zuge der Muskelbündel folgen, und erzeugen ein ziemlich dichtes, gitterförmiges Capillarnetz, das sich sehr wesentlich von dem Netz der darunterliegenden Ciliarfortsätze unterscheidet.

Die Arterien der Ciliarfortsätze stammen aus dem Circulus irid. major und müssen demnach sämmtlich, wie die der Iris, vorher durch den Ciliarmuskel hindurchtreten. Es sind kleine Aeste, welche sich rasch in eine grosse Menge von Zweigen auflösen, die vielfach unter einander anastomosiren, und sich allmählich erweiternd in die Anfänge der Venen übergehen. Diese capillaren Venen bilden durch reichliche Anastomosen ein sehr entwickeltes Gefässnetz, das die Hauptmasse der Ciliarfortsätze ausmacht.

Die bedeutende Vergrösserung der Oberfläche durch die zahlreichen, grösseren und kleineren blattartigen Hervorragungen und rinnenförmigen Vertiefungen, die grössere Weite der capillaren Venen, die dadurch bedingte Verlangsamung des Blutstroms und die Dünnwandigkeit der Gefässe wirken zusammen, um die Ciliarfortsätze zum hauptsächlichsten secretorischen Organ der Augenflüssigkeiten zu machen.

Die Arterien der Iris entspringen als zahlreiche, etwas geschlängelt verlaufende Stämmchen vom vorderen Rande des Circ. art. major. und vertheilen sich in der Iris in dichotomischer Weise. Sie haben im Verhältniss zu ihrem Caliber sehr dicke Wandungen. Ihre Verzweigungen treten an der Vorderfläche der Iris als radiär verlaufende und netzförmig anastomosirende Züge hervor von der Farbe des Irisgewebes, nur bei Albinotischen schimmert die Farbe des Blutes durch die Wandungen hindurch. Nicht weit vom Pupillarrande bilden die Arterien noch einen Kranz von Anastomosen, den sog. Circ. irid. minor.

Das Capillarnetz der Iris ist viel weitmaschiger als das der Aderhaut; am Pupillarrande biegen die feinsten Arterien schlingenförmig in die Anfänge der Venen um. Der Sphincter pupillae wird von einem besonderen, feineren Capillarnetze durchzogen.

3. Venen der Aderhaut.

Die Venae vorticosae *h*, in der Regel 4—6 grössere und oft noch eine wechselnde Anzahl kleinerer Gefässe (im Ganzen bis zu 10) zeichnen sich durch den radiär nach allen Richtungen ausstrahlenden, wirbelförmigen Verlauf ihrer Aeste aus. Die kleineren Gefässe bilden unvollkommene Vortices, indem sie nicht von allen Richtungen her Aeste aufnehmen. Die grösseren dagegen nehmen von allen Seiten, aus der eigentlichen Chorioidea, dem Ciliarkörper und der Iris Aeste auf. Ihre Verzweigungen bilden sehr zahlreiche Anastomosen und überkreuzen sich mit den mehr gestreckt verlaufenden Ciliararterien meist unter sehr spitzen Winkeln. Je zwei benachbarte Vortices gehen im hinteren Abschnitte der Chorioidea schlingenförmige Anastomosen ein, welche zuweilen noch von vorn her eine Anzahl mehr gestreckt verlau-

fender Aeste aufnehmen. Die Venen der Iris, der Ciliarfortsätze und [illegible] der Venen des Ciliarmuskels verlaufen als zahlreiche, ziemlich gleich [illegible] parallele und vielfach anastomosirende Gefässe durch den Orbicularis [illegible] nicht gefalteten Theil des Ciliarkörpers nach rückwärts zur Chorioidea [illegible] Bereich des Ciliarkörpers liegen sie alle an der Innenfläche der Muskel [illegible] treten erst von der Ora serrata an zur Aussenfläche der Chorioidea hi[illegible] vereinigen sich allmählig zu immer stärkeren Verzweigungen, schon [illegible] Bereich der Chorioidea angelangt, auch aus dieser Aeste auf und stellen [illegible] die vorderen Aeste der Venae vort. dar.

Diese parallelen Venen des Orbiculus cil., zwischen welchen in gleichm[illegible] ständen die Aa. recurrent. verlaufen, wurden früher zum grossen Theil für A[illegible] gehalten und gaben zur Annahme der sog. vorderen Aeste der Aa. cil. post. [illegible] Veranlassung.

Nur ein Theil der Venen des Ciliarmuskels sammelt sich zu den [illegible] VV. cil. ant., c', welche in der Nähe des Hornhautrandes die Sc[illegible] durchbohren und sich in die Venen der geraden Augenmuskeln ergiessen.

Diese Venen stehen in Zusammenhang mit dem in der tiefsten Sc[illegible] der Sclerotica gleich neben dem Hornhautrande liegenden, von Schlemm [illegible] deckten venösen Gefässkranz *u*, gewöhnlich Canalis Schlemmi, [illegible] culus, auch Sinus venosus corneae, von mir Plexus ciliaris venosus [illegible] nannt [1]. Derselbe ist nämlich kein einfacher Canal, sondern ein plexus[illegible] Kranz von Venen, Rouget [2], welcher jedoch an verschiedenen Augen [illegible] verschiedenen Stellen des Umfangs desselben Auges ein etwas verschied[illegible] Aussehen darbietet. In der Regel findet man allerdings, der gewöhnlichen Beschreibung entsprechend, eine grosse, bis $^1/_4$ Mm. breite, abgeplattete [illegible] sehr dünnwandige Vene, welche aber fast allenthalben von einer oder [illegible] mehreren kleinen Venen begleitet wird, die sich von ihr abzweigen und [illegible] kurzem Verlaufe wieder mit ihr verbinden. An manchen Stellen kann [illegible] grössere Vene durch Theilung in 2, 3 oder mehrere entsprechend feinere Ae[illegible] zerfallen, welche unter einander anastomosiren und sich allmählig wieder [illegible] einem grösseren Gefässe vereinigen. Sehr oft verbinden sich die beiden [illegible] der Theilung entstandenen Aeste sofort wieder, so dass in den Verlauf der breiten Vene, so zu sagen, eine kleine Insel eingeschaltet ist. Seltener kommt eine grössere Zahl (5—7) kleinerer, getrennt neben einander verlaufender oder sich theilweise überdeckender, vielfach anastomosirender Venen vor, die alsdann einen zierlichen Plexus bilden, aber gleichfalls allmählig wieder zu einem grösseren Gefäss zusammentreten.

Der plexusartige Charakter des Gefässkranzes ist nicht an allen Aug[illegible] gleich stark entwickelt; er tritt besonders an denjenigen Stellen des Umfan[illegible] hervor, wo die aus dem Ciliarmuskel kommenden Venen sich mit ihm ve[illegible] binden. Diese begeben sich am vorderen Ende des Muskels zur Inne[illegible]

1) Loc. cit. p. 49. Abbildung Taf. III, und Arch. f. Ophth. XI. 1. Taf. II. Fig. 2.
2) Rouget, Compt. rend. et Mém. de la Soc. de Biologie 1856. p. 118.

iche der Sclerotica (in einem Falle zählte ich deren 12—14), theilen sich in r Nähe des Venenkranzes in mehrere, unter einander anastomosirende ste, welche theils die Sclerotica in schräger Richtung durchbohren, um sich it dem episcleralen Venennetze (s. u.) und den Venen der geraden Augenuskeln zu verbinden, theils mit dem Circulus venosus in Verbindung treten. n diesen Stellen erscheint der letztere oft verbreitert, indem er sich direct das Netz der aus dem Ciliarmuskel austretenden Venen fortsetzt, oder er ellt selbst ein circuläres Venennetz dar.

Auch auf senkrechten Schnitten durch die Gegend des Hornhautrandes, esonders an injicirten Präparaten, findet man fast immer neben dem einen rossen Gefässlumen ein oder mehrere kleinere, oder man sieht 2 oder mehere Lumina, die nicht selten unter einander anastomosiren.

Der Schlemm'sche Venenkranz scheint eine Art Reservoir darzustellen für as Blut des Ciliarmuskels bei den wechselnden Contractionszuständen des etzteren. Nach seiner Lage könnte die Contraction des Muskels wohl eine Erweiterung der ihn bildenden Gefässe zur Folge haben.

Bei den meisten Thieren kommt an der entsprechenden Stelle ein circulrer Venenplexus vor (ROUGET, G. MEYER, IWANOFF & ROLLETT).

In der vorstehenden Beschreibung glaube ich den von HENLE[1]) meiner rüheren Beschreibung gemachten Vorwurf vermieden zu haben, dass ich den lexusartigen Charakter des Circ. venosus zu sehr in den Vordergrund gestellt abe. Ich war übrigens niemals, wie HENLE[2]) zu glauben scheint, der Anicht, dass der Kranz allenthalben aus einer grösseren Anzahl von kleineren efässen gebildet würde.

Die Verwechselung des Circul. venos. mit dem sogenannten Fontana'schen anal (der beim Ochsen, aber nicht beim Menschen vorkommt), die schon rüher grosse Verwirrung angerichtet hat, und welche neuerdings wieder 'ELECHIN[3]) sich hat zu Schulden kommen lassen, ist schon früher von BRÜCKE[4]) nd ROUGET[5]), neuerdings von IWANOFF und ROLLETT[6]) zurückgewiesen worden.

Ein Analogon des eigenthümlichen Balkengewebes, welches den Fontana'chen Raum erfüllt, kommt nach diesen Forschern auch beim Menschen vor, venn auch in sehr viel geringerer Mächtigkeit; es ist das sogen. Ligam. ectinatum, das sich vom Rande der Descemet'schen Haut über den Circulus enosus hinüber nach der Insertion des Ciliarmuskels und dem Ursprung der ris hin erstreckt.

1) Jahresber. über d. Fortschr. d. Anat. pr. 1865. Zeitschr. f. rat. Med. 3. XXVII, . 96—97. 2) Handb. d. Anat. III. 1 (Gefässlehre), p. 344 in der Note.

3) Ueber den sog. Kanal von FONTANA od. SCHLEMM, im Arch. f. Ophth. XIII. 2. p. 425 ff.

4) Anat. Beschr. d. menschl. Augapf. p. 52 u. 53.

5) Loc. cit. p. 117. 6) IWANOFF & ROLLETT, Bemerk. zur Anat. d. Irisanheftung etc. rch. f. Ophth. XV. 1. p. 23 ff.

Der Circ. venos. lässt sich beim Menschen von den Gefässen de[illegible] sowohl als der Ven. ophth. aus injiciren[1], wenn auch nicht leicht ohne [illegible] travasat. Durch solche Extravasate wird die plexusartige Beschaffenheit [illegible] Venenkranzes mehr oder minder verdeckt, man erkennt erstere aber le[illegible] an dem Mangel der scharfen Begrenzung. Noch leichter entstehen Extrava[illegible] bei der directen Injection durch Einstich, wozu man früher in der le[illegible] Quecksilber benutzte. Doch habe ich neuerdings gefunden, dass sich [illegible] diesem Wege mit Berlinerblau-Glycerin der Gefässkranz mit grosser Leich[illegible] keit und wenigstens theilweise ohne Extravasat injiciren lässt, und dass d[illegible] die Masse bis in die feinsten Verzweigungen der episcleralen Venen und in [illegible] des Ciliarmuskels schon bei niedrigem Drucke eindringt.

Diese Erfahrungen bei der Injection, der gelegentliche Blutgehalt an [illegible] Leiche, besonders bei Erhängten (Schlemm), und der Nachweis einer dün[illegible] Gefässwand, der sich auf dem Querschnitt ohne Mühe liefern lässt, dü[illegible] zusammengenommen die immer noch von manchen Seiten bezweifelte Bl[illegible] gefässnatur des Circ. venosus endgültig darthun.[2])

c. Der Hornhautrand.

Am vorderen Theil der Sclerotica, so weit sie von Bindehaut überz[illegible] ist, bis zum Hornhautrande lassen sich 2 Gefässschichten unterscheiden, [illegible] tiefe, episclerale oder subconjunctivale, von den Verzweigu[illegible] der vorderen Ciliargefässe gebildete, und eine oberflächliche oder conju[illegible] tivale Gefässschicht, welche nur am Hornhautrande mit der ersteren z[illegible] sammenhängt.

Die vorderen Ciliararterien laufen nach ihrem Austritt aus d[illegible] Muskel meist stark geschlängelt nach dem Hornhautrande zu, wobei sie e[illegible] Anzahl feiner episcleraler Aeste abgeben, während ihre Hauptäste die Scle[illegible] tica perforiren. In der Regel gibt jeder Muskel 2 Gefässe ab, der R. ext. a[illegible] meist nur ein einziges. In manchen Fällen stammt an der lateralen Se[illegible] eine Arterie von den Palpebralgefässen ab und nimmt in der Bindehaut ihr[illegible] Verlauf, um erst nahe dem Hornhautrand durch die Sclerotica hindurchzutrete[illegible]

Die vorderen Ciliarvenen unterscheiden sich von den Arteri[illegible] durch ihre geringere Dicke (wegen der viel unbedeutenderen perforirend[illegible] Aeste) und durch den mehr gestreckten Verlauf ihrer gröberen Verzw[illegible] gungen. Ihre episcleralen Aeste dagegen übertreffen die der Arterien [illegible] Weite, wie dies bei gleichem Verästelungsgebiet die Regel ist. Sie sind un[illegible]

---

1) Wenn dies Pelechin (loc. cit. p. 440) nicht gelungen ist, so kann ich dem nur me[illegible] Erfahrung entgegen halten, nach welcher bei sonst gelungenen Injectionen die Füllung [illegible] circ. venosus die Regel ist.

2) Erst nach Abfassung obiger Zeilen erschien die Arbeit von Schwalbe, über [illegible] Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzung, in deren zweitem Theil (M. Schultze's Ar[illegible] VI. p. 261—362) der Verf. den Schlemm'schen Canal für einen Lymphraum erklärt u[illegible] von dem Ciliarplexus vollkommen trennt. Ich muss dem gegenüber die oben ausgesproche[illegible] Ansicht entschieden aufrecht erhalten.

einander verbunden durch ein sehr entwickeltes Netzwerk feiner Venen mit ziemlich engen polygonalen Maschen, das wegen seiner Lage den Namen des episcleralen Venennetzes hat und den Hornhautrand in einer Breite von circa 4 Mm. umgiebt.

Die episcleralen Aeste der Arterien und Venen entsprechen sich in ihren Verzweigungen ziemlich, die Arterien sind constant feiner und verlaufen mehr gestreckt als die Venen, im Gegensatz zu dem Verhalten der Stämme.

Nach Abgabe von kleinen Zweigen zur Sclerotica laufen sie unter fortwährenden Theilungen und zahlreichen bogenartigen Verbindungen nach dem Hornhautrande zu und geben hier in regelmässigen Abständen feine Zweige zur Bindehaut ab, die

Vorderen Bindehautarterien und Venen. Dieselben biegen in der Bindehaut nach rückwärts um, versorgen die innerste, 3—4 Mm. breite Zone der Bindehaut und anastomosiren mit den peripherischen oder hinteren Bindehautgefässen. Die Venen begleiten hier constant die Arterien, entweder einfach oder doppelt, je eine auf jeder Seite.

Die Enden der episcleralen Gefässe laufen unter fortwährenden Theilungen und Anastomosen über den Hornhautrand hinüber und erzeugen das Randschlingennetz der Hornhaut, das den peripherischsten Saum der Hornhaut in einer Breite von 1, höchst. 2 Mm. einnimmt und meistens am obern und unteren Rande etwas breiter ist als an den Seiten.

An den capillaren Schlingen unterscheidet man einen schmäleren, aufsteigenden arteriellen und einen allmählig weiter werdenden absteigenden venösen Schenkel.

Weiter in die Hornhaut hinein dringen beim Menschen nach der Geburt keine Gefässe vor.

Beim Fötus fand J. Müller Gefässe auf der ganzen Vorderfläche der Hornhaut. Bei manchen Thieren, z. B. beim Schaf und Ochsen, reichen auch im erwachsenen Zustande die Gefässe viel weiter in die Hornhaut hinein. Beim Ochsen kann man sehr deutlich oberflächliche Randschlingen mit flachen Bogen von tiefen, viel weiter in die Hornhaut eindringenden, die Nerven begleitenden Gefässschlingen unterscheiden. Beim Schaf sah Coccius die letzteren bis zur Hornhautmitte vordringen.

Bei Keratitis treten sehr häufig in der Hornhaut neugebildete Gefässe auf, welche in allen Schichten derselben ihre Lage haben können.

III. Bindehautgefässsystem.

Der grössere peripherische Theil der Scleralbindehaut, die Uebergangsfalte und der Tarsaltheil werden versorgt von den Gefässen der Lider, Aa. palp. med. und lat., und den entsprechenden Venen.

Zur Scleralbindehaut treten an der Uebergangsfalte eine Anzahl kleiner, baumförmig verzweigter Gefässe, Aa. und Vv. conj. post. Fig. 1, *d*, *d*.

Wie bei den vordern Bindehautgefässen werden die Arterien von einer
zwei Venen in ihren Verzweigungen begleitet. Ihre Enden anastomosiren
denen der vorderen Bindehautgefässe. Das Capillarnetz ist ziemlich lock
wird aber gegen die Uebergangsfalte hin immer feiner und erreicht sei
grösste Entwickelung in den kleinen papillenartigen Erhabenheiten der Lid
bindehaut.

Die hinteren Bindehautgefässe sind am lebenden Menschenauge sichtbar, i
besondere die Venen, als kleine, mit der Bindehaut verschiebbare Gefässchen, d
sich ausser dem Verlauf durch ihre mehr hellrothe Farbe und ihr geringeres Cali
von den vorderen Ciliararterien unterscheiden, welche letzteren eine mehr car
rothe Farbe haben und sich nicht mit der Bindehaut verschieben. Der Farbe
unterschied ist dadurch bedingt, dass die letzteren Gefässe durch die weiss
trübe Bindehaut gedeckt werden. Die vorderen Bindehautgefässe sind wegen ih
Feinheit kaum sichtbar, ebenso die vorderen Ciliarvenen, treten aber bei Reiz
des Auges deutlich hervor, indem sie sich bedeutend erweitern. Die Injection d
episcleralen Venennetzes bewirkt in der Umgebung der Hornhaut eine diffuse bl
liche Röthe, welche in patholog. Fällen einen Reizzustand der vom Ciliargefä
system versorgten Theile, also des Uvealtractus oder der Hornhaut anzeigt.

IV.

Die Lymphbahnen des Auges.

Von

G. Schwalbe.

Die in den Geweben des Auges gebildete Lymphe findet ihren Abfluss aus dem Augapfel nach drei verschiedenen Richtungen hin. Der Theil derselben, welcher aus der Iris und den Ciliarfortsätzen stammt, sammelt sich zunächst in der vorderen Augenkammer, welche in der Gegend des Schlemm'schen Canales ihre Abflusswege besitzt. Der Petit'sche Canal steht mit diesem Systeme in directer Verbindung. Wir können diese Bahnen mit Einschluss der Lymphgefässe der Conjunctiva und des Canälchennetzes der Cornea als die vorderen Lymphbahnen des Auges bezeichnen. Alle hinter dem Ciliarkörper gelegenen Theile des Auges entleeren ihre Lymphe auf zwei anderen Wegen, und zwar die Chorioidea und Sclerotica neben den Austrittsstellen der Venae vorticosae aus dem Bulbus, die Retina dagegen in ganz selbständiger Weise innerhalb des Nervus opticus. Die beiden letzteren Systeme kann man als die hinteren Lymphbahnen des Auges zusammenfassen und ihnen noch einen Lymphraum anschliessen, welcher sich zwischen den beiden Opticusscheiden befindet.

1. Die hinteren Lymphbahnen des Auges.

a) Die Abflusswege für die in der Chorioidea und Sclerotica gebildete Lymphe.

Im eigentlichen Gewebe der Sclerotica sind ebenso wenig wie in der Gefässschichte der Chorioidea Lymphgefässe gefunden worden. Die in diesen Häuten gebildete Lymphe gelangt zunächst in zwei grosse spaltförmige Räume, die unter einander in directer Verbindung stehen (vgl. Fig. 369). Der eine dieser Räume (*p*) befindet sich zwischen Sclerotica und Chorioidea in der ganzen Ausdehnung dieser Häute vom Ciliarkörper an bis ganz in die Nähe der Eintrittsstelle des

Opticus in den Bulbus. Er ist, weil er rings die Choroidea umgiebt, als
chorioidalraum bezeichnet worden. Bei den Vögeln stellt er eine
Art der serösen Höhlen von zwei glatten Wänden begrenzte Spalte dar
den Säugethieren finden sich zwischen den beiden Membranen meist
reiche Verbindungsbrücken, die in manchen Augen (Hund, Mensch)
einem reichlichen Maschenwerke heranwachsen können, das als Membr
suprachorioidea bezeichnet worden ist. Der Theil dieses Gewebes,
cher beim Abziehen der Chorioidea
der Sclerotica auf letzterer sitzen
wird auch wohl Lamina fusca der Scl
genannt. Der Bau des Maschenwerks
Suprachorioidea ist folgender: Es be
aus zahlreichen, sehr platten La
deren Grundlage durch ein reich
Netzwerk elastischer Fasern gebildet
Diesem Netzwerke fest aufgedrückt
zahlreiche, sehr platte, mehr oder we
verästelte Pigmentzellen, die oft, wenn
vielen neben einander liegen, eine ep
ähnliche Anordnung zeigen. Bei man
Thieren, z. B. beim Schwein, finden
constant neben diesen Pigmentzellen
kleinere platte farblose Zellen. Beide S
der so zusammengesetzten elastischen
melle, oder, wo dieselbe fest auf dem
webe der Sclerotica aufliegt, nur die
Seite, werden von einem sehr dünn
glashellen Häutchen überzogen, das
Stelle zu Stelle ellipsoidische, über
Ebene des Häutchens prominirende Ker
trägt. Behandelt man diese Membranen
Silbernitratlösungen von $^1/_4$ bis $1^0/_0$,
erhält man auf ihnen ein schönes Netz-
werk schwarzer Silberlinien, in welchem



Fig. 369. Schematische Darstellung der hinteren Lymphbahnen des Auges vom Schwein mit Ausnahme der Lymphgefässe der Retina. Links ist das Verhalten der an den Augapfel sich ansetzenden Muskelsehnen zum Tenon'schen Raume (*t*) wiedergegeben; rechts ist letzterer auch neben den Muskel-Ansätzen angedeutet. Die Bedeutung der meisten Buchstaben s. im Text. Ausserdem bedeutet: *a* eine Fettschicht zwischen Musculus retractor und supravaginalem Raume. *c* Conjunctiva. *m.r* Musculi recti. *m.retr.* Musculus retractor bulbi. *v* äussere oder fibröse Scheide des Sehnerven.

jeder Masche einer der ellipsoidischen Kerne entspricht. Die elastischen Lamellen der Suprachorioidea werden somit von einem Endothel bekleidet, welches sich von dem anderer Lymphwege wenig unterscheidet. Es lässt sich sowohl auf der Aussenseite der Chorioidea als auf der inneren Seite der Sclerotica nachweisen, das ganze perichorioidale Höhlensystem continuirlich auskleidend.

Macht man Injectionen in den Perichorioidalraum, so bemerkt man, dass die Injectionsmasse an vier Stellen der Bulbusoberfläche nach aussen in den zweiten der oben erwähnten spaltförmigen Lymphräume abfliesst, und zwar

liegen diese Stellen dicht hinter den Austrittsstellen der Venae vorticosae. Eine genauere Untersuchung dieser Gegend ergiebt, dass das Lymphgefäss anfangs die schräg die Sclerotica durchziehende Vene scheidenartig umhüllt (Fig. 370), aber kurz vor dem Austritt auf die Oberfläche des Augapfels sich ganz an die untere innere Seite dieses Blutgefässes begiebt. Sein Verlauf durch die Sclerotica ist also zum grössten Theil perivasculär. Auf der Oberfläche des Bulbus angekommen, breitet sich nun die Injectionsmasse in einem Lymphraume aus, der sich zwischen Sclerotica und Tenon'scher Fascie befindet und als Tenon'scher Raum (Fig. 369 *t*) bezeichnet werden kann. Derselbe ist vollständig von einer endothelialen Zellenschicht bekleidet, ähnlich der den Perichorioidalraum begrenzenden. Mit Argentum nitricum lässt sich leicht auf der Oberfläche der Sclerotica ein Netzwerk schwarzer Silberlinien darstellen. An den Stellen, wo die Augenmuskeln sich an den Bulbus ansetzen, erleidet der Tenon'sche Raum jedesmal eine Unterbrechung; er setzt sich aber nicht in die Sehnenscheiden fort, sondern ist nach dieser Seite hin vollständig abgeschlossen. Bei den Säugethieren zerfällt er durch den Ansatz des Musculus retractor bulbi (Fig. 369 *m. retr*) in eine vordere grössere und hintere kleinere Abtheilung.



Fig. 370. Schematische Zeichnung des Durchtritts einer Vena vorticosa und ihres perivasculären Raumes durch die Sclerotica nach den beim Schwein gefundenen Verhältnissen. *r* Retina. *ch* Chorioidea. *pch* Perichorioidalraum, injicirt. *scl* Sclerotica. *t* Tenon'scher Raum. *v* Vena vorticosa.

Am hinteren Pole des Auges um die Eintrittsstelle des Opticus herum hängt der Tenon'sche Raum mit einem anderen Lymphraum zusammen, der scheidenartig die äussere fibröse Scheide des Opticus umgiebt und dieser Lage wegen als supravaginaler Raum bezeichnet werden kann (Fig. 369 *spv*). Derselbe mündet schliesslich durch den Canalis opticus in den Arachnoidalraum des Gehirns, welch' letzterer, wie dies Injectionen unter die Dura mater ergeben, mit den Lymphgefässen des Halses in directer Verbindung steht.

b) Die Lymphwege der Retina.

Die Lymphgefässe der Retina umgeben, wie His ([7 und 8]) gefunden hat, scheidenartig die Blutgefässe dieser Membran: sie sind perivasculäre Canäle von derselben Beschaffenheit, wie sie von dem genannten Forscher auch im Hirn und Rückenmark nachgewiesen wurden. Die Venen und Capillaren sind von diesen Lymphscheiden vollständig umgeben, während die Arterien wahrscheinlich nur streifenweise von den Lymphgefässen begleitet werden. Eine Injection der Lymphwege der Retina kann man erzielen, wenn man die Injectionsmasse unter starkem Druck in die Blutgefässe treibt. Letztere reissen dann an einigen Stellen, und von diesen Rissstellen aus verbreitet sich die Masse in den perivasculären Canälen. Der Abfluss der Retinalymphe findet

durch die Lamina cribrosa in den Opticus hinein statt. Ueber den [illegible] Verlauf dieser Abflusswege ist noch nichts Näheres bekannt. Nach [illegible] hält der äussere Theil des Sehnerven ein reiches Netz von Lymph[illegible] die aber hier nicht mehr perivasculär verlaufen.

Mit den perivasculären Canälen der Retina steht wahrscheinlich noch [illegible] Raum in Verbindung, der von Henle und Merkel (9) beschrieben wurde [illegible] zwischen der Limitans interna und der Opticusfaserschichte der Retina ge[illegible] ist. Es fanden sich in diesem Raume Lymphkörperchen; eine Injection de[illegible] selben ist jedoch noch nicht gelungen.

In welcher Beziehung das Gewebe des Glaskörpers zum Lymphgefäss-systeme steht, ist noch unbekannt. Stilling (11) fand, dass am Schweins[illegible] sich leicht durch Aufträufeln einer Carminlösung auf die hintere Fläche [illegible] Glaskörpers ein den letzteren von hinten nach vorn durchsetzender [illegible] Canal füllen lässt, den er für einen Lymphcanal erklärt. Die von Iwanoff [illegible] beschriebenen perivasculären Canäle der Frosch-Hyaloidea sind die Ana[illegible] der perivasculären Canäle der Säugethier-Retina.

c) Ein Lymphraum, welcher mit den beiden soeben beschrieben[illegible] Systemen in keinem Zusammenhange steht, befindet sich zwischen den [illegible] den Opticusscheiden in der ganzen Ausdehnung derselben vom Bulbus bis [illegible] den Canalis opticus. Er kann wegen seiner Lage unter der fibrösen Sch[illegible] des Sehnerven als subvaginaler Raum (Fig. 369 *sbv*) bezeichnet werde[illegible] Er mündet direct in den Arachnoidalraum. An der Eintrittsstelle des Opt[illegible] in den Augapfel erstreckt er sich bis dicht unter die Chorioidea, ohne jed[illegible] mit dem Perichorioidalraume eine Verbindung einzugehen. Seine Wandun[illegible] sind von einem leicht in kleine kernhaltige Plättchen zerlegbaren End[illegible] ausgekleidet. Sie werden durch ein reichliches Netz zarter bindegewebi[illegible] Balken verbunden, die ebenfalls von einer Endothelscheide rings umschloss[illegible] werden. Solche Scheiden lassen sich oft leicht vollständig isoliren und stell[illegible] dann glashelle mit elliptischen Kernen besetzte Häutchen dar.

2. Die vorderen Lymphbahnen des Auges.

a) Das System der vorderen Augenkammer.

Die vordere Augenkammer ist ein Sammelbehälter für die aus der Iris und den Ciliarfortsätzen stammende Lymphe. Ein Zufluss in die vordere Augenkammer findet an zwei Stellen statt: aus dem Petit'schen Canale durch die capillare Spalte zwischen Pupillarrand der Iris und vorderer Linsenfläche, und zweitens aus dem Ciliarkörper durch die Lücken zwischen den Balken des Ligamentum pectinatum.

Der Petit'sche Canal umgiebt rings den Linsenrand, sich seitlich als feine Spalte bis zur Ora serrata erstreckend. Sein Lumen communicirt durch eine Reihe feiner Spalten, die sich in der Zonula ciliaris dicht am Linsenrande befinden, mit der hinteren und durch diese mit der vorderen Augenkammer.

lässt sich besonders im Schweinsauge sehr leicht von der vorderen Augenkammer aus injiciren. Unter normalen Verhältnissen kann jedoch eine Flüssigkeitsströmung nur vom Petit'schen Canale nach der vorderen Augenkammer stattfinden, nicht in umgekehrter Richtung, weil in letzterem Falle die Iris einen ventilartigen Abschluss der vorderen Augenkammer bildet, der erst in Folge der Gestaltveränderung des Augapfels bei Erhöhung des intraocularen Druckes, wie man eine solche bei Injectionen in die vordere Augenkammer erzielt, überwunden werden kann.

Die Hauptzuflüsse der vorderen Augenkammer münden in diese durch die Lücken zwischen den Balken des Ligamentum pectinatum und führen ihr die Lymphe aus einem grossen Theile des Ciliarkörpers und wahrscheinlich auch aus der Iris zu. Es gelang bis jetzt nur am Schweinsauge, einen Theil dieses Quellengebiets durch Injection von gelöstem Berliner Blau in die vordere Augenkammer zu füllen, und zwar eine von einem bindegewebigen Maschenwerke durchzogene Spalte, die sich rings vom Fontana'schen Raume bis an das hinterste Ende des Ciliarkörpers erstreckt und in diesem zwischen dem Ciliarmuskel und der Pars ciliaris retinae liegt. Auch im Auge des Menschen dringt die Injectionsmasse an dieser Stelle eine Strecke weit im Ciliarkörper vor. Die Balken des Fontana'schen Raumes der Säugethiere, sowie die ihnen entsprechenden Balken des Ligamentum pectinatum des Menschen werden von vollständigen Endothelscheiden überzogen, welche ganz denen gleichen, die die Balken des subvaginalen Raumes überziehen.

Die vordere Augenkammer selbst ist vorn vom Epithel der Descemet'schen Haut, hinten vom Epithel der vorderen Irisfläche ausgekleidet, die beide im Winkel der vorderen Augenkammer auf den Balken des Ligamentum pectinatum continuirlich zusammenhängen, so jedoch, dass dort Spalten bleiben, mittelst deren das Maschensystem des Fontana'schen Raumes mit der vorderen Augenkammer communicirt. Letztere hat ihre Abflusswege in der Gegend des Randes der Descemet'schen Haut durch den Schlemm'schen Canal in die Venae ciliares anticae. (15) Dies geht daraus hervor, dass bei Injectionen von Berliner Blau in die vordere Augenkammer stets eine Füllung dieser Venen, nie von Lymphgefässen eintritt. Diese Venenfüllung erfolgt bei frischen Schweinsaugen schon unter einem Drucke von 20 Mm. Quecksilber, und beweist dies, dass die Injectionsmasse auf gebahnten Wegen in die Venen gelangen muss, dass ihr Uebertritt in Blutgefässe nicht etwa erst durch Zerreissung von Gewebstheilen ermöglicht wird. Auch durch Annahme einer Filtration ist die intensive blaue Injection der Venen nicht zu erklären, da die blaue Injectionsmasse als solche nie durch Gefässwandungen filtrirt.

Um die Art und Weise kennen zu lernen, wie der Zusammenhang der vorderen Augenkammer des Menschen mit den Venen stattfindet, wird es nothwendig, Meridionalschnitte durch das Corpus ciliare solcher Augen zu untersuchen, bei denen eine Venenfüllung durch Injection in die vordere Augenkammer erzielt ist. An solchen Schnitten bemerkt man zunächst, dass

von der vorderen Augenkammer aus gleich hinter dem Rande der Descemet'schen Membran ein kurzer Streifen blauer Masse schräg nach hinten und aussen zum Schlemm'schen Canale zieht. Der letztere ist von der Injectionsmasse ebenfalls vollständig erfüllt. In der Sclerotica bemerkt man an vielen Präparaten injicirte Gefässe, die vom Schlemm'schen Canale aus durch die Faserhaut nach hinten und aussen verlaufen. Diese Gefässe sind, wie die genaue histologische Untersuchung ergab, bestimmt Venen. Den Schlemm'schen Canal dagegen muss man nach Allem für einen Lymphraum halten, da er in der Beschaffenheit seiner Wandungen sich wesentlich anders verhält wie eine Vene. Er communicirt mit der vorderen Augenkammer durch ein System feiner Spalten. Diese Spalten finden sich zwischen den elastischen Ringfasern und gefensterten Membranen, die sich vom Rande der Descemet'schen Membran als modificirte Fortsetzung dieser Haut bis an die hinterste Insertionsstelle des Ciliarmuskels erstrecken und nach innen mit dem Balkenwerk des Fontana'schen Raumes zusammenhängen. Dieses eigenthümliche Gewebe überbrückt eine Rinne, die auf der Innenseite des vorderen Endes der Sclerotica, da wo sie mit der Cornea sich verbindet, gelegen ist, und schliesst so diese Rinne zu einem spaltförmigen Ringcanal ab. Letzterer ist nun nichts Anderes, als der Schlemm'sche Canal. Der Ciliarplexus von Lauth liegt, wie dieser Forscher selbst angiebt [1]), schon im compacten Gewebe der Sclerotica gleich nach aussen von dieser Rinne.

In manchen Fällen finden sich statt eines klaffenden Lumens deren zwei oder noch mehr, und wird durch diese Fälle ein Uebergang zu den Augen der Säugethiere gebildet, bei denen man an der entsprechenden Stelle stets nur mehrere kleine Lumina erkennt, die aber immer nach innen von der Scleralrinne gelegen sind.

In welcher Weise der Schlemm'sche Canal mit den Venen seiner Nachbarschaft in Verbindung stehe, ist noch nicht bekannt. Wahrscheinlich finden sich hier Klappenvorrichtungen, die bei normalen Druckverhältnissen einen Uebergang von Venenblut in den Schlemm'schen Canal verhindern.

Wenn man bedenkt, welches die Folgen sein würden, wenn die vordere Augenkammer in Lymphgefässen ihre bequemen Abzugscanäle besässe, so begreift man leicht den Sinn der oben beschriebenen Verhältnisse. Wären Lymphgefässe die Abflusswege des Humor aqueus, so würde sich offenbar der in der vorderen Augenkammer herrschende beträchtliche Druck nicht halten können, da bei dem geringen Drucke in den Lymphgefässen ein rascher Abfluss des Kammerwassers stattfinden müsste, der durch die Transsudation neuer Flüssigkeit aus den Gefässen unmöglich compensirt werden könnte, es würde die vordere Augenkammer collabiren. Dies wird aber verhütet durch

---

1) Anatomische Untersuchungen über die Blutgefässe des menschlichen Auges. Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Math.-naturw. Classe. Bd. 24. p. 316.

die Einmündung derselben in die Venen durch Vermittlung des Schlemm'schen Canals. Dadurch, dass in den kleinen Venen der Druck beträchtlich höher als in den entsprechenden Lymphgefässen ist, ferner durch die Widerstände, welche die Flüssigkeit bei ihrem Wege von der vorderen Augenkammer in den Schlemm'schen Canal in dem engen Spaltensysteme zu überwinden hat, wird es möglich, dass der Druck in der vorderen Augenkammer sich auf seiner Höhe erhält, dass sich Zu- und Abfluss das Gleichgewicht halten.

b) In Betreff des Canälchensystems der Cornea ist auf die Beschreibung der Cornea in diesem Handbuche zu verweisen.

c) Die Lymphgefässe der Conjunctiva.

Die Lymphgefässe der Conjunctiva wurden von F. ARNOLD (5) entdeckt und von TEICHMANN (6) genauer beschrieben. Sie entspringen auf dem Rande der Cornea, wo sie ein feines Netzwerk von etwa 1 Mm. Breite bilden, das weiter nach aussen continuirlich in das etwas weitmaschigere Lymphgefässnetz der Conjunctiva scleroticae übergeht. In dieser werden die Stämmchen bald stärker und verlaufen im Allgemeinen meridional, durch zahlreiche kurze dünnere Querästchen mit einander anastomosirend. Aus dem engen Netz am Cornealrande verlaufen nach TEICHMANN einzelne Aestchen bis 0,1 Mm. weit in meridionaler Richtung nach dem Centrum der Cornea zu. Vielleicht entsprechen dieselben den von KÖLLIKER (3), HIS (1) und SÄMISCH (2) vom Cornealrande beschriebenen gefässartigen und als Lymphgefässe gedeuteten Bildungen.

Nach LIGHTBODY (4) sind die Capillaren des Hornhautrandes von Lymphscheiden umgeben. Ich konnte mich jedoch von der Richtigkeit dieser Angabe in keinem Falle überzeugen.

Literatur.

Conjunctiva.

1) His, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Cornea, p. 71. Basel 1
2) Sämisch, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Leipzig 1
3) Kölliker, Gewebelehre. 5. Aufl. 1867. — Mikroskopisehe Anatomie. Bd. II, 1854. p.
4) Lightbody, On the anatomy of the cornea of vertebrates. Journal of anat. and phy I. 1867.
5) F. Arnold, Handbuch der Anatomie. Bd. II, p. 986.
6) Teichmann, Das Saugadersystem. Leipzig 1861, p. 65.

Retina und Glaskörper.

7) His, Ueber ein perivasculäres Canalsystem in den nervösen Centralorganen und de Beziehungen zum Lymphsystem. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1865.
8) His, Lymphgefässe der Retina. Verhandlungen der naturforschenden Gesellsch Basel. IV. 1866. p. 256.
9) Henle und Merkel, Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Ner systems. Zeitschr. f. ration. Medicin (3). Bd. 34.
10) Iwanoff, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Frosch-Glaskör Medicin. Centralblatt. 1868. N. 9. p. 129.
11) Stilling, Zur Theorie des Glaucoms. Archiv f. Ophthalmologie. 1868.

Allgemeines.

12) G. Schwalbe, Ueber ein mit Endothel bekleidetes Höhlensystem zwischen Chori und Sclerotica. Medicin. Centralblatt. 1868. N. 54.
13) G. Schwalbe, Der Arachnoidalraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit Perichorioidalraum. Ibid. 1869. N. 30.
14) G. Schwalbe, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Be zungen. M. Schultze's Archiv. Bd. VI. 1870. p. 1.
15) G. Schwalbe, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges etc. II. Theil Schultze's Archiv. Bd. VI. 1870. p. 261.

V.

Glaskörper.

Von

Prof. A. Iwanoff.

Der Glaskörper füllt den grössten Theil der Bulbushöhle aus und ist an seinen hinteren und seitlichen Theilen von der Netzhaut umgeben. Seine Vorderfläche vertieft sich zur tellerförmigen Grube, in welcher die Linse von der Kapsel umschlossen liegt. Vom Rande der Linse bis zu den Firsten der Ciliarfortsätze ist seine Oberfläche frei und der Zonula Zinnii zugekehrt. Den vorausgesetzten Zwischenraum zwischen diesem freien Theile der Glaskörperoberfläche und der Zonula Zinnii nennt man Petit'schen Canal, welcher den ganzen freien Aequatorialrand der Linse umgiebt.

Die Dimensionen und Raumverhältnisse dieses Canals (Canal godronné, Petit) sind beim Lebenden noch nicht mit ausreichender Genauigkeit bestimmt worden. Schon Brücke weist dem Canal einen bedeutend geringern Raum an, als demselben nach der ursprünglichen Beschreibung Petit's zukam. Henke geht noch weiter; er leugnet überhaupt das Vorhandensein eines derartigen offenen Raumes im lebenden Auge: »Man hat ihn«, sagt er, [1] »sich offenbar ebenso wie Pleura, Peritoneum und Gelenke nicht eigentlich als Höhle, sondern nur als Spalte zu denken, zwischen zwei freien (serösen), aber ohne Zwischenraum in einander verschiebbaren Flächen.« Henle ist derselben Ansicht, während dagegen Kölliker glaubt, dass der Canal zwar sehr eng ist, aber im lebenden Auge ein offenes Lumen besitzt und Feuchtigkeit enthält.

Meine eigenen Untersuchungen bestätigen die Ansicht Henle's; wenigstens war es mir nicht möglich, an gefrorenen Augen Eis im Canal zu finden.

Der Glaskörper ist nicht, wie man bisher allgemein annahm, von einer besonderen Membran, der sog. Membr. hyaloidea umgeben. Die früher angenommene Membrana hyaloidea ist mit der Membrana limitans Retinae identisch. Sie ist ein Bestandtheil der Netzhaut und liegt folglich dem Glaskörper

---

1) Graefe's Archiv. VI. 2. p. 61.

nur so weit unmittelbar an, als dies die Netzhaut thut, also bis zur Ora serrata. Von da ab geht die Limitans zwar auf die Pars ciliaris retinae über, aber hier liegen zwischen Glaskörper und Limitans meridional verlaufende Fasern, welche man mit dem Namen der Zonula Zinnii bezeichnet, und welche mit der Limitans sowohl, als mit dem Glaskörper verwachsen sind.

In der Gegend der Ciliarfortsätze trennt sich der Glaskörper von der Zonula, so dass die ganze vordere Fläche des ersteren, die dem Petit'schen Canal und der Linse zugekehrt ist, von keiner besonderen Membran bedeckt ist, weder von einer Fortsetzung der Limitans, wie HENLE angiebt, noch von einer besonderen Membr. hyaloidea, wie man früher glaubte.

Die Nichtexistenz der Hyaloidea hat HENLE [1]) nachgewiesen. Indessen ist die Benennung Limitans hyaloidea streng anatomisch auch nicht ganz passend. Dass die Limitans ein integrirender Bestandtheil der Netzhaut ist, beweisen am klarsten im Glaskörper vor sich gehende pathologische Processe, in Folge deren letzterer schrumpft und von der Netzhaut abgelöst wird. [2])

In solchen Fällen findet man die Limitans immer auf der Netzhaut.

Am ganz frischen Glaskörper, besser noch am erhärteten, zeigt der peripherische Theil deutliche Verschiedenheiten vom centralen. In ersterem nehmen wir einen mehr oder weniger ausgesprochenen geschichteten Bau wahr, während der letztere homogen erscheint.

STILLING bezeichnet den centralen Theil als Kern, den peripheren als Rinde. — Der homogene, centrale Theil, der Kern, liegt nicht in der Mitte des Organs, sodass er gleichmässig von der concentrischen, geschichteten Rinde umgeben wäre, sondern ist in der Art nach vorn, nach der Linse zu gerückt, dass die Rindensubstanz von hinten nach vorn zu sich continuirlich verdünnt, und an der Ora serrata die einzelnen concentrisch liegenden Schichten der Rinde so zusammengedrängt sind, dass hier die Oberfläche des Kerns von der Limitans nur durch eine sehr dünne, aber deutlich fasrige Lage getrennt ist. Die Fasern dieser Lage laufen parallel der Oberfläche des Glaskörpers in wellenförmigen Bündeln und haben einige Aehnlichkeit mit Bindegewebsfasern. Diese ganze, so veränderte Schicht schlägt sich schliesslich nach innen der Sehaxe zu, um, und bedeckt die ganze vordere Fläche des Glaskörpers.

Da wir hier eigentlich nicht eine einzige, sondern mehrere zusammengedrängte, unter einander aber nur locker verbundene Schichten vor uns haben, so wird es erklärlich, wie leicht man hier zum Glauben neigen kann, als läge hinter der Linse eine besondere, den Glaskörper deckende Membran, um so mehr, als die oberflächlichste jener Schichten eine völlig glatte ist. Die tiefern Schichten lassen sich an erhärteten Augen auch zuweilen von einander trennen, welcher Umstand wohl HANNOVER und FINKBEINER [3]) zu der

---

1) Eingeweidelehre p. 661.

2) Beiträge zur norm. u. path. Anat. d. Auges, von IWANOFF et f. A. XV, 2, p. 51.

3) Vergl. Untersuchungen der Stärke des Glaskörpers bei den Wirbelthieren. Ztschr. f. asmuch. Zoologie. VI p. 335.

Annahme brachte, dass die Hyaloidea sich an der vorderen Fläche des Glaskörpers noch einmal in zwei Blätter spalte, in der Art, dass hinter dem Petit'schen Canal ein zweiter Canal (Hannover'scher Canal) gebildet werde. —

Im vorderen Theil des Glaskörpers treffen wir in der Corticalschicht ausser den bereits erwähnten, dem Bindegewebe ähnlichen Fasern noch eine bedeutende Anzahl anderer, die den elastischen Fasern gleichen. Sie beginnen als äusserst feine, geschlängelte Fasern schon im Aequator des Auges; in grosser Anzahl aber treten sie erst an der Ora serrata auf; von hier an biegen sie, der Limitans dicht anliegend, in die Pars ciliaris retinae ein und bilden hier den Anfang der Zonula Zinnii. —

Durch den Glaskörper hindurch, von der Papilla optica bis zur hinteren Fläche der Linsenkapsel, verläuft ein Canal von etwa 2 Mm. Durchmesser.

Die Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung des frischen Glaskörpers entgegenstellen, veranlassten alle früheren Anatomen, die sich eingehender mit dem Studium desselben beschäftigten, künstliche Erhärtungsmethoden in Anwendung zu ziehen. Man glaubte ja, durch die verschiedene Wirkung chemischer Reagentien auf das Stroma und die zwischen den Maschen desselben enthaltene schleimige Flüssigkeit, beide von einander scheiden zu können. —

Pappenheim [1]) war der Erste, der diesen Weg einschlug. Durch Erhärten der Glaskörper in Kali carbonicum fand er, dass das Stroma des Organs aus parallel der Oberfläche der Hyaloidea verlaufenden Schichten bestehe, die aus sehr feinen Fasern und einer einförmigen Masse zusammengesetzt sind; Brücke [2]) fand durch Einwirkung des essigs. Bleioxyds, dass der Glaskörper aus einer grossen Menge sehr feiner structurloser Membranen zusammengesetzt ist, die zwiebelartig in einander eingeschachtelt der Oberfläche der Hyaloidea parallel verlaufen.

Nach Hannover [3]) trifft man einen derartigen Bau nur bei Säugethieren; beim Menschen besteht der Glaskörper nach seinen Angaben aus Sectoren, die radiär um die Sehaxe gestellt sind, sodass eine Aehnlichkeit mit dem Baue einer Apfelsine entstehe. — Alles dies beobachtet man indessen nur an Augen, die lange Zeit der Wirkung verdünnter Chromsäure ausgesetzt waren. —

Alle Ansichten Hannover's bestätigte Finkbeiner durch Untersuchungen an Glaskörpern, die mit Sublimat behandelt waren. —

Zu ganz negativen Resultaten gelangten hingegen Bowman, [4]) Doncan, Virchow, Kölliker, Henle. Bowman und Doncan fanden, während sie die Untersuchungen von Hannover und Brücke zu controliren bestrebt waren, keine Membranen im Glaskörper; nach ihrer Meinung sind die Membranen und ihre Anordnung, wie sie jene Forscher beschrieben, nur als Kunstproducte, durch die Wirkung differenter Reagentien erzeugt, zu betrachten; Doncan nähert sich den Ansichten Virchow's und Kölliker's, von denen der erste den Glaskörper zum Schleimgewebe, der zweite zu den Bindesubstanzen rechnet. Nichtsdestoweniger läugnet er nicht, dass damit weder die Existenz flüssiger und solider Bestandtheile im Glaskörper, noch die entoptischen Erscheinungen genügend zu erklären seien. Henle sah ebenfalls keine Membranen und beschreibt einfach den Glaskörper als eine homogene Substanz von zähflüssiger oder zellartiger Beschaffenheit.

---

1) Spezielle Gewebelehre d. Auges. Breslau 1842, p. 182.

2) Müller's Archiv 1843. p. 345.

3) Müller's Archiv 1845. p. 467. Das Auge. Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Pathologie dieses Organs. Leipzig 1852, p. 18.

4) Froriep's Notizen. No. 238, December 1849, p. 274.

Zu ganz besondern, von den Meinungen aller andern Autoren verschiedenen Anschauungen gelangte Weber. Nach ihm besteht der ganze Glaskörper aus unter einander anastomosirenden, ein Netzwerk bildenden Zellen, in dessen Zwischen schleimige Flüssigkeit enthalten ist.

In letzterer Zeit hat Smith[1]), der menschliche Glaskörper, die mehrere Tage in Wasser lagen, mit Carbolsäure behandelt, angegeben, dass die peripheren Theile des Glaskörpers einen concentrisch geschichteten, der centrale Theil einen strahligen Bau besitzen; die concentrischen Schichten bestehen nach ihm aus gröbern Fasern, der Kern aus sternförmig anastomosirenden Zellen. Er bemerkt auch einen offenen, von der Papilla optica zur hinteren Linsenfläche ziehenden Canal.

Ueber den centralen Theil machte bereits früher Bowman ähnliche Angaben. Nach der angeführten Methode von Smith ist schwer festzustellen, was als Kunstproduct zu betrachten sei, und was nicht.

Die grossen Widersprüche der verschiedenen Autoren, welche sich aus dieser kurz gefassten historischen Darstellung ergeben, erklären sich einerseits aus der Schwierigkeit, welche die Untersuchung des frischen Glaskörpers bietet, andererseits aus dem Misstrauen, welches man den verschiedenen künstlichen Erhärtungsmethoden des Glaskörpers gegenüber hegte.

Hauptgegenstand aller Streitigkeiten bilden die Membranen. Die Einen behaupteten, dass alle Schichten des Glaskörpers durch Membranen getrennt seien; die Andern läugneten, da sie keine Membranen fanden, in Folge dessen die Richtigkeit aller übrigen Beobachtungen. Die Membranen existiren nicht, aber die Möglichkeit eines geschichteten Baues ist dadurch keineswegs ausgeschlossen. Auf dünnen Querschichten in Müller'scher Flüssigkeit erhärteter Augen zerfällt der Glaskörper in Schichten, die seiner Oberfläche parallel verlaufen; mit Hülfe starker Vergrösserungen bemerkt man, nach vorangegangener Carminfärbung, im hinteren Theile des Organs in diesen Schichten eine feinkörnige Masse, in welcher stellenweise feine Fasern zu erkennen sind. In den vorderen Theilen werden diese Fasern gegen die Ora serrata immer dichter und nehmen schliesslich einen wellenförmigen Verlauf, parallel der Oberfläche an. Auch hier sehen wir keine Spur von Membranen. —

Alle diese Anschauungen über den Bau des Glaskörpers erhalten neue Bestätigung durch die Untersuchungen von Stilling[2]), deren Vorzüge darin bestehen, dass sie lediglich am frischen Glaskörper gemacht sind und folglich den Einwand, dass auch ihre Resultate künstlich hervorgebracht seien, nicht zulassen. Fertigt man, nach seinen Angaben, Schnitte durch das frische Organ senkrecht zur Sehaxe und lässt auf die Schnittfläche einige Tropfen Carminlösung fallen, so bilden sich eine Anzahl concentrischer Furchen in der Peripherie, etwa 6—12, die Mitte, oder der Kern, hingegen bleibt frei. Die Grenzfurche zwischen Rinde und Kern ist in der Regel die tiefste und füllt sich am schnellsten. Stilling giebt das Lagerungsverhältniss von Rinde und Kern nicht ganz richtig an, da er seine Untersuchungsmethode nur auf die gröbern Verhältnisse anwenden konnte; nach seiner Angabe legt sich die Rinde von der Ora serrata an den Kern an, so dass Linse und Zonula nur auf letzteren zu liegen kämen. Wie wir oben gesehen haben, umgiebt die Rindensubstanz, deren einzelne Schichten sich von der Ora serrata an nun stark zusammendrängen, den Kern in seiner ganzen Ausdehnung, wie dies auch die Abbildungen Hannover's und Finkbeiner's richtig zeigen.

---

1) D. Smith, structure of the adult human vitreous humour. The Lancet 19. Sept. 1868. p. 376—378.

2) Eine Studie über den Bau des Glaskörpers. A. F. A. XV. 4. Heft.

Nachdem Henle nachgewiesen hatte, dass keine Hyaloidea existirt, suchte er die Existenz der seiner Meinung nach in der tellerförmigen Grube befindlichen, den Glaskörper hier deckenden Membranen dadurch zu erklären, dass die Limitans, noch bevor sie die Ora serrata erreicht, an Mächtigkeit zunimmt und dabei ihr Gewebe ändert. Sie zerfällt stellenweise in Fasern, bald von unregelmässig geschwungenem Verlaufe, wie die der elastischen Gewebe, bald parallel und wellenförmig, wie Bindegewebsfasern, immer aber von ausserordentlicher Feinheit, und während die Masse dieser Fasern oder Faserbündel an der Oberfläche des Glaskörpers hinzieht, dringen einzelne in das Innere desselben ein, wo sie sich bald verlieren.

Das oberflächliche Fasergewebe der Limitans hyaloidea theilt sich nach ihm, wo der Orbiculus ciliaris zum Corpus ciliare anzuschwellen beginnt, in zwei Blätter: das eine geht nach innen, um die Hyaloidea der tellerförmigen Grube zu bilden, das andere nach aussen zur Pars ciliaris retinae, um die Zonula hervorzubringen.

Aus den vorliegenden Untersuchungen geht im Gegensatze zu der Anschauung Henle's hervor, dass alle jene Veränderungen, denen nach Henle die Limitans unterworfen ist, in den peripherischen Schichten des Glaskörpers vor sich gehen, die Limitans selbst bleibt unverändert und geht einfach, indem sie sich continuirlich verdünnt, von der Ora serrata auf die Pars ciliaris retinae über. Sie nimmt also nicht nur keinen Antheil an der Bildung der Hyaloidea der tellerförmigen Grube, welche, wie bereits oben gezeigt ist, nicht existirt, sondern es ist auch ihr Antheil an der Bildung der Zonula mehr als zweifelhaft. Ich wenigstens habe ein solches Verhältniss nie wahrnehmen können, während der Ursprung der Zonula aus dem Glaskörper sehr leicht zu beobachten ist.

Es bleibt also nur die Frage zu entscheiden, ob die Limitans wirklich auf die Pars ciliaris retinae übergeht. Henle selbst giebt an, dass, wenn man die Faserschichte der Zonula als vorderes Blatt der Limitans betrachtet, sich die letztere an den Spitzen der Ciliarfortsätze abermals in zwei Blätter spalte, und dass er in einigen Fällen sogar gesehen habe, dass die Glashaut sich über den Ursprung der Zonulafasern auf den Orbiculus ciliaris hinab erstreckte.

Offenbar ist diese Glashaut nichts Anderes als die Limitans selbst, die continuirlich vor der Ora serrata auf die Pars ciliaris retinae übergeht; derselben Meinung ist Kölliker. Auf meridionalen Schnitten durch die Pars ciliaris retinae ist diese Limitans sehr leicht zu sehen, vorausgesetzt, dass der Schnitt dem Faserverlauf der Zonula genau parallel gelegt ist. Auf solchen Präparaten erscheint die Limitans als deutlich doppelt contourirte Linie, welche ganz scharf die Pars ciliaris retinae von der Zonula trennt.

Bei vorsichtiger Präparation kann man die Limitans sogar auf eine Strecke als feine Membran von der Zonula sowohl, wie von der Pars ciliaris retinae trennen.

Die Entwickelung der Zonula anlangend, so wissen wir nur, dass sie bei Embryonen nicht besteht, so lange die die Kapsel umgebenden Gefässe vorhanden sind, obgleich in dieser Periode die Limitans schon völlig entwickelt ist. Die Zonula bildet sich erst in der Zeit, in welcher die Kapselgefässe sich zurückbilden, und wird mit der Atrophie derselben immer deutlicher.

Wenn aber die Limitans unverändert von der Ora serrata auf die Pars ciliaris retinae übergeht, so versteht es sich von selbst, dass sie unmöglich noch eine Menge von Fasern der Zonula und überdies durch nochmalige Spaltung die Membran der tellerförmigen Grube bilden kann.

Alle diese Verwirrungen entstanden dadurch, dass man nicht beachtete, dass schon vor der Ora serrata, die oberflächlichen Schichten des Glaskörpers ihre

Structur ändern und dicht mit der Limitans und der Netzhaut verwachsen ist. Aber auch diese Verwachsungen sind nicht untrennbar, in einigen pathologischen Fällen und auch in gesunden Augen durch Behandlung mit Alkalien gelingt es [illegible] oft, den Glaskörper sammt Zonula von der Limitans loszupräpariren.

MARTEGIANI beschrieb 1814 eine trichterförmige Vertiefung im Glaskörper an der Stelle des Sehnerveneintrittes, die er als Area bezeichnete.

Diese Area Martegiani ist eigentlich der Anfang des Canales, der mit Unrecht als Canalis hyaloideus Cloqueti bezeichnet wird. CLOQUET hat den Canal bei Erwachsenen nie gesehen und abgebildet; er beschreibt nur den Verlauf der Arteria capsularis am foetalen Glaskörper.

Besser beschreibt den Canal HANNOVER, der aber ausdrücklich angiebt, ihn nie offen gefunden zu haben, und also von der Existenz eines eigentlichen Canales nichts wusste.

Die Beschreibungen FINKBEINER's [1]) sind nicht klar, von der Existenz eines in jedem ausgebildeten Säugethier- und Menschenauge vorhandenen offenen Canales sagt er eigentlich nichts. Er beschreibt ausführlich nur ein Ochsenauge, in dem zwei verlängerte Areae sich zu einem soliden, den Glaskörper durchsetzenden Strange vereinigten.

Dieser Canal, als offener und an jedem Säugethier- und Menschenauge während des ganzen Lebens existirender und bis zur völligen Ausbildung des ganzen Auges in fortwährendem Wachsthum begriffener, wurde erst von STILLING nachgewiesen, der Methoden angab, vermittelst deren er am frischen Auge demonstrirt werden kann.

Die Zellen des Glaskörpers liegen nur in seinen äusseren, oberflächlichen Schichten; in den tiefern begegnet man nur Derivaten derselben, Kernen mit geschrumpften Bläschen. Ihre Form ist sehr mannigfaltig, doch kann man sie alle unter drei Hauptgruppen bringen.

1. Runde Zellen mit grossen Kernen; letztere umgeben von grobkörnigem Protoplasma. Man trifft sie hauptsächlich in den vorderen Theilen des Glaskörpers; besonders bei Kindern, bei denen sie oft mehrere Kerne enthalten.

2. Spindel- und sternförmige Zellen. Man trifft sie an der ganzen Oberfläche des Glaskörpers. Die sternförmigen Zellen besitzen gewöhnlich lange feine, verästelte und mit varicösen Anschwellungen versehene Ausläufer.

3. Eine besonders charakteristische Form von runden Zellen, die im Innern eine grosse, ganz durchsichtige, runde Blase enthalten. In vollständig entwickelten Zellen dieser Art findet sich nur eine einzige Blase, die fast ihren ganzen Raum ausfüllt und nur an der Peripherie ein wenig Platz lässt für einen von einer geringen Menge Protoplasma umgebenen Kern. Zuweilen findet man statt einer zwei Blasen, die durch eine gerade Linie getrennt sind. In anderen Fällen finden sich mehrere Blasen, die von einer gemeinschaftlichen Hülle, deren Contour regelmässig rund erscheint, umgeben zu sein scheinen.

Die beschriebenen Blasen finden sich übrigens nicht nur in den runden Zellen; sie sitzen auch auf den Ausläufern der sternförmigen Zellen. Hier

---

1) l. c. p. 332.

erreichen sie zuweilen colossale Dimensionen, sodass sie an Grösse die Zelle selbst übertreffen. Diese Form treffen wir in jeder Lebensperiode, jedoch am meisten bei alten Leuten, und zwar vorzugsweise in den hintern Theilen des Glaskörpers.

Alle diese Zellen besitzen die Eigenschaft der Contractilität; sie ändern ihre Form und vielleicht selbst ihren Ort. Bei den runden, mit Bläschen versehenen Zellen ist die Contractilität eine um so geringere, je grösser die Bläschen sind, je mehr Protoplasma also zu Grunde gegangen ist.

Die Ansichten über die Existenz und die Natur der Zellen sind ebenso getheilt, wie in Bezug auf das Verhalten des Stromas.

Die ersten speciellen Untersuchungen über die Zellen verdanken wir Virchow. Bei einem 4″ langen Schweinsembryo, fand er in der homogenen Intercellularsubstanz in ziemlich regelmässigen Abständen runde, kernhaltige, zuweilen mehrkernige, stark granulirte Zellen.

Nach Kölliker finden sich die Zellen vorzugsweise nur bei jungen Individuen; bei Erwachsenen sah K. sie zwar auch, aber nur in manchen Fällen und hier spärlich und undeutlich, hauptsächlich in der Nähe der Linse und der Hyaloidea. Weber dagegen fand sternförmig anastomosirende Zellen im ganzen Glaskörper. Hannover und Finkbeiner beschrieben ein die Hyaloidea bedeckendes Epithel, das nach letzterem auch die einzelnen Scheidewände im Innern überziehen sollte. Derselben Ansicht ist auch Coccius. Ritter fand ein Epithel mit verästelten Zellen nur auf der innern Oberfläche der Hyaloidea, im Innern des Glaskörpers hingegen keine Zellen.

Die Fasern der Zonula entspringen, wie das schon früher erwähnt wurde, aus dem Glaskörper, und zwar aus jenem Theile desselben, der die Ora serrata retinae noch nicht erreicht hat. In der Nähe dieser letzteren steigen die Zonula-Fasern, die anfänglich unter der Oberfläche des Glaskörpers gelegen, zu dieser empor, legen sich in Form feinster Fibrillen an die Membrana limitans retinae, mit derselben in innigen Contact tretend, dicht an, so dass sich an der Ora serrata Glaskörper und Limitans in so festem Zusammenhange finden, dass, wie bekannt, bei dem Versuche, die Netzhaut von dem Glaskörper abzuziehen, dies an der Ora serrata nicht gelingt, indem an derselben stets Glaskörperreste hängen bleiben. Sowie aber einerseits sich schon hinter der Ora serrata die Entstehung von Zonula-Fasern aus dem Glaskörpergewebe mit Sicherheit constatiren lässt, so erreicht andererseits das Ursprungsgebiet der Zonula an der Ora nicht sein Ende. Es lässt sich vielmehr noch eine Strecke v o r der Ora (also gegen die Ciliarfortsätze hin) das Austreten von Zonula-Fasern aus dem Corpus vitreum nachweisen, so dass hier noch Zonula und Glaskörper keine isolirten Gebilde sind.

Erst in einem Abstande von 4 bis 5 Mm. von der Ora tritt die Zonula Zinnii als ein von Glaskörper vollkommen differenzirtes Gebilde hervor. In ihrem Laufe gegen die Linse ist sie von der Pigmentschichte des glatten Theils des Corpus ciliare, sowie von jener des Processus ciliaris durch die Pars ciliaris retinae und durch die überall nachweisbare Membrana limitans ge-

trennt. Es setzt sich jedoch die Zonula nicht bis zu den Firsten der vorderen Ciliarisfortsätze fort, sie tritt vielmehr früher von denselben ab, um sich zum Aequator der Linse zu begeben. An diesem zerfallen die Fasern der Zonula pinselförmig, und mit diesen letzten pinselförmigen Ausläufern befestigt sich die Zonula an der vorderen und hinteren Linsenkapsel.

Die ersten Anfänge der Zonulafasern im Glaskörper stellen sich als wellige Bündel feinster Fibrillen dar. An der Oberfläche des Corpus vitreum schmilzt je ein Bündel constituirender Fäserchen zu einer einzigen Faser zusammen; die so entstandenen Fasern sind die feinsten der selbständigen Zonula. Bei dem Austreten aus dem Glaskörper treten die (also noch nicht verschmolzenen) Fibrillen in eine sehr innige Verbindung mit der Limitans. Daher kommt es, dass, wenn man die Zonula vom Corpus ciliare her nach rückwärts abzutrennen versucht, dieselbe an der betreffenden Stelle der Limitans abreisst. Dies ist der Grund der unrichtigen Annahme, dass die Zonulafasern unmittelbare Fortsetzungen der Limitans seien. Lässt man jedoch Glaskörper mit Zonula und Linse mehrere Wochen in 10% Kochsalzlösung liegen, dann wird hierdurch der Zusammenhang zwischen Zonulafasern und Limitans gelockert, und es gelingt die Isolirung der beiden Gebilde leichter.

Die Fasern der Zonula setzen sich zum Theil, indem sie nach vorne gegen die Ciliarfortsäze streichen, zu immer dickeren Fasern zusammen, so dass der freie Theil des Aufhängebandes der Linse (der die hintere Wand der hintern Augenkammer bilden hilft) die dicksten Fasern enthält, zum Theil jedoch verlaufen sie, beinahe mit unverändertem Durchmesser, von der Ora serrata bis zum Aequator lentis. Dass sie an diesem letzteren wieder in feinste Bündelchen zerfallen, wurde schon oben erwähnt.

Im meridionalen Durchschnitt des Auges erscheint die Zonula als mit einem dreieckigen Fusse gleichsam auf dem Aequator lentis aufsitzend. Dieser dreieckige Raum ist eben mit den Endfibrillen der Zonulafasern erfüllt, enthält demnach keine Höhlungen, und wurde auch von Niemandem, ausser von Merkel, für den Canalis Petiti gehalten.

Die Zonulafasern sind weder Bindegewebe, noch elastische Fasern; chemische (durch ihr Verhalten gegen Säuren und Alkalien) und physikalische Eigenschaften unterscheiden sie von beiden. Sie für muskulös zu halten, wie dies in neuerer Zeit wieder geschah, ist geradezu kühn. Vergleichend anatomische und embryologische Untersuchungen, welche allein berufen sein dürften, über die eigentliche Natur der Zonulafasern Licht zu verbreiten, fehlen bis jetzt.

Die Zonula Zinnii stellt die vordere Wand des Canalis Petiti dar. Seine hintere Wand wird durch die glatte Oberfläche des Glaskörpers gebildet. Das Gewebe des Glaskörpers ist in dieser Grenzschichte verdichtet, ähnlich wie die Bowman'sche Membran eine Verdichtung des Gewebes der Substantia propria cornea darstellt; eine selbständige Membran — Hyaloidea — existirt hier nicht.

Der Petit'sche Canal beginnt 4—5 Mm. von der Ora serrata und reicht nicht bloss bis zum Aequator lentis, sondern erstreckt sich noch 2 Mm. längs der hinteren Linsenkapsel in der Richtung gegen den hinteren Linsenpol hin.

Dass im lebenden Auge ein mit Flüssigkeit gefüllter, dem Canalis Petiti entsprechender Raum, also überhaupt ein Lumen dieses Canals existirt, ist schwer anzunehmen. Man kann vielmehr mit Henke und Henle annehmen, dass im lebenden Auge vordere und hintere Wand des Petit'schen Canals, ohne mit einander verwachsen zu sein, nur durch eine äusserst dünne Feuchtigkeitsschichte getrennt, sich berühren. Wenn dennoch der Petit'sche Canal als solcher vielleicht nicht besteht, so wird durch die beschriebenen Anordnungen die ihm zukommende physiologische, der Accomodation dienende Rolle erfüllt.

VI.

Die Linse.

Von

Prof. Babuchin.

Zu den wesentlichen Bestandtheilen des dioptrischen Apparates des Auges gehört auch die Linse, ein Organ, welches in der That durch Form und Durchsichtigkeit sehr an gläserne, biconvexe Linsen erinnert und bei verschiedenen Thieren eine verschiedene Gestalt besitzt. Während beim Menschen die Achse der Linse fast um ein Drittheil kleiner ist, als der Diameter des Aequators, gewinnt sie bei vielen Thieren eine beinahe kugelige Form. Wie verschieden aber Form und Dimensionen der Linse auch sein mögen, ihr elementarer Bau und der Plan ihrer Anlage ist bei allen Wirbelthieren immer derselbe. Sie besteht nämlich überall aus zwei Bestandtheilen: den zelligen Elementen, welche gleichsam den Körper der Linse (Parenchyma lentis eigentliche Substanz der Linse) bilden, und einer Hülle, welche keine weiteren histologischen Elemente aufweisend, den Linsenkörper allseitig umschliesst und Linsenkapsel heisst.

Den Linsenkörper kann man als aus zwei Schichten bestehend betrachten. Die eine derselben, und zwar die vordere Schicht, ist sehr dünn und beginnt in der Nähe des Aequators sich zu verdicken, entweder nur sehr allmählich, wie beim Menschen und den Säugethieren, oder ansehnlich rasch, wie bei den Vögeln und den beschuppten Amphibien. Die hintere Schicht dagegen ist sehr mächtig und verjüngt sich allmählich von der Achse der Linse, wo sie die grösste Dicke hat, gegen den Aequator zu. In der Gegend des Aequators verschmelzen beide Schichten mit einander, bei einigen Thieren mehr nach vorn zu, bei anderen dagegen mehr nach hinten, oder richtiger gesagt, sie gehen durch einen abgerundeten Rand in einander über. Mit Ausnahme des Randes lassen sich die beschriebenen zwei Schichten an allen

übrigen Stellen leicht von einander trennen, doch besteht zwischen ihnen kein messbarer Zwischenraum. (Fig. 371.) [1]

Die vordere Schicht besteht aus flachen, glasartig durchsichtigen, im frischen Zustande, bei eben getödteten Thieren, vollkommen structurlosen, polygonalen Zellen. Im nicht mehr frischen Zustande, oder nach Behandlung mit verschiedenen Reagentien werden diese Zellen trüb, und jetzt erst wird es möglich, ihre Begrenzung und ihre centralen runden oder ovalen Kerne mit befriedigender Schärfe zu unterscheiden. Bei verschiedenen Thieren haben diese Zellen verschiedene Grösse; beim Menschen messen sie ungefähr 0,032 Mm. (Becker.) In der Nähe des Linsenrandes werden dieselben auf einer mehr oder weniger grossen Strecke höher als breit, fast cylindrisch und stehen senkrecht zur Linsenoberfläche; weiter hin werden sie noch höher, gehen aus der perpendiculären in eine schräge Stellung über, indem sie sich mit ihren inneren Enden gegen die vordere Fläche der Linse neigen; dabei werden sie gleichzeitig konisch geformt, ihre breite Basis der Linsenoberfläche zuwendend. Weiter nach hinten zu werden die Zellen noch länger, ihre Richtung wird noch schräger, ihre vorderen Enden krümmen sich nach aussen und gehen den Enden der benachbarten, oben beschriebenen Zellen entgegen. Alle diese Verhältnisse lassen sich weit besser aus der beigefügten Fig. 371 ersehen und noch deutlicher aus Fig. 372 B, welche das eben Geschilderte bei starker Vergrösserung darstellt. Auf diese Weise also entsteht das Zusammentreffen der vorderen dünnen Schichte des Linsenkörpers mit der mächtigen hinteren. Es kommt mithin der Uebergang der Epithelzellen der ersten Schicht durch einfache Verlängung derselben zu Fasern der anderen Schicht zu Stande, aus welchen diese letztere gebildet ist.



Fig. 371. Meridionaler Schnitt durch die Achse der Menschenlinse.

An gelungenen Präparaten behalten die Epithelzellen an allen Punkten der vorderen Schicht und bei allen Veränderungen, denen ihre Form unterworfen ist, den Charakter wahrer Zellen bei, das heisst, sie besitzen immer deutlich ausgesprochenes Protoplasma und Kerne. Weder ich noch Dr. Sernoff, [2] der durch seine unter meinen Augen angestellten Untersuchungen zur Erklärung der wahren Verhältnisse des Linsenbaues wesentlich beigetragen hat, konnten jemals und an irgend einer Stelle der Linse statt echter Zellen mit deutlich

1) Sämmtliche Abbildungen sind durch Sernoff von seinen eigenen Präparaten copirt.

2) Ueber den mikroskopischen Bau der Linse bei Mensch und Wirbelthieren. Dissert. inaug. 1867.

ausgesprochenem Protoplasma und Kern »nur verschieden grosse, schi... turirte, unregelmässige Kerne«, die sogenannten Bildungszellen Becker's ... decken, welche nach seiner[1] Beschreibung an der Anheftungsstelle der Lin...

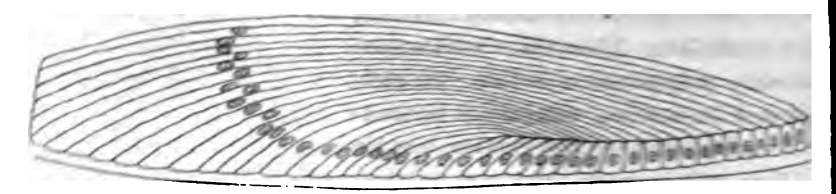


Fig. 272 A. Meridionaler Schnitt durch den Rand der Kaninchenlinse, an dem der Uebergang des Epithels in Linsenfasern ersichtlich ist.

sehr dicht neben einander liegen, nur wenig Protoplasma um sich ... haben und öfters deutliche Theilungen zeigen sollen.

Der Uebergang der Epithelialzellen in Linsenfasern erfolgt jedoch nicht bei allen Thieren in beschriebener Weise. Wie es Heinrich Müller an Vögeln, dem Chamaeleon, und wie ich und Sernoff es an manchen Schuppenamphibien fanden, kommt nämlich eine Modification vor, welche darin besteht, dass bei ihnen im Gegensatze zu anderen Thieren die flachen Epithelzellen schon unfern des vorderen Poles höher werden, den Charakter von Cylinderzellen annehmen, dann sich allmählich bis zur Aequatorebene verlängern, von wo sie nach hinten zu sich wieder zu verkürzen beginnen, ohne jedoch den Charakter von flachen Epithelzellen zu gewinnen. Es si... dies die senkrecht stehenden, radiären Linsenfasern, welche schon Treviranus und Brücke in der Vogellinse gesehen haben. Alle diese Fasern, oder bes... gesagt, alle diese verlängerten Zellen erscheinen im Durchschnitte als m... oder weniger regelmässige Sechsecke, ihr peripherisches Ende ist breiter ... ihr centrales und zeigt sich im Durchschnitte nicht sechseckig, sondern ab... rundet. In diesen Enden liegt gewöhnlich je ein einziger runder oder oval scharf contourirter Kern. In der vorderen Hälfte der Linse stülpen sich di... Zellen mit ihren hinteren Enden fest an die innere Fläche der Linsenkaps... in der hinteren Hälfte aber stehen sie fast unmittelbar hinter dem Aequat... wie Sernoff an Vögeln gezeigt hat, von der inneren Oberfläche der Kap... ab, so dass um die ganze Linse ein flacher, ringförmiger Kanal gebildet wi... der von structurloser Masse erfüllt ist. Eben solch einen Kanal, gewöhnl... hinter der Uebergangsstelle des vorderen Epitheles in Linsenfasern geleg... haben ich und Sernoff ausser bei Vögeln, auch bei Embryonen vieler Säu... thiere und des Menschen gefunden. Er existirt bei den letzteren sogar au... noch einige Zeit nach der Geburt, während er bei Vögeln durch das ga... Leben besteht.

Während, wie gesagt, die radialen Zellen im hinteren Theile der Li... kürzer werden, verändern sie ihre Richtung, gehen aus radialgestellten

1) Archiv für Ophthalmologie 1862.

schiefgestellte über und werden so allmählich zu meridionalgestellten Linsenfasern, ganz wie bei Säugethieren. (Fig. 372 B.)

Wir wollen jetzt betrachten, auf welche Weise sich Linsenfasern an dem Aufbau der hinteren, dicken Schichte des Linsenkernes, somit des bedeutendsten Theils der Linse betheiligen. Dieses geschieht in seinen wesentlichen Zügen bei allen Wirbelthieren nach demselben Typus. Flache Fasern verbinden sich zu gekrümmten Lamellen, welche in concentrischen Schichten, wie die Schalen einer Zwiebel, einander deckend, von der Uebergangsstelle des Epithels in Fasern gegen die Pole zu anfangs immer an Dimensionen zunehmen, darauf in der Richtung zum Kern der Linse sich verkleinern, bis sie endlich im Centrum der Linse, oder etwas weiter nach hinten ihre geringste Grösse erreichen. Hierbei ist es nothwendig, zu bemerken, dass die Fasern der ersten, oberflächlich gelegenen Schichten, welche den äquatorialen Theil der Linse bilden und demnach unmittelbar neben der Uebergangsstelle derselben in Epithelien gelegen sind, sich nach aussen gekrümmt erweisen, das heisst, ihre Convexität ist gegen die Axe der Linse gewandt, ihre vorderen Enden stossen gegen die Epithelschichte, während die hinteren Enden unmittelbar die Kapsel berühren. Die Fasern dieser Schichten sind in ihrer Mitte flacher und schmäler als an ihren Enden. (Fig. 372 A.) Je mehr dieselben jedoch der Axe sich nähern, um so mehr ändert sich der Charakter ihrer Krümmung. Anfangs werden sie gestreckter, weiter nach innen Sförmig, bis sie endlich sich so biegen, dass ihre Enden, das vordere sowohl als das hintere Ende, gegen die Pole sich krümmen. Gleichzeitig werden die Fasern, indem sie sich der Axe nähern, nur sehr allmählich länger, wobei die Fasern jeder folgenden tiefer gelegenen Schicht etwas gegen die über ihr gelegenen hervortreten, so dass die Enden dieser letzteren zur Zeit noch in der vorderen und hinteren Wand der Kapsel steckend, dachziegelförmig einander decken.



Fig. 372 B. Eben solcher Schnitt an der Hühnerlinse. *a* Epithelzellen. *b* Senkrechte sogen. Radiärfasern. *c* Ihr Uebergang in die meridionalen. *d* Meridionale Fasern. *e* Structurlose Masse. *f* Kapsel.

Allein diese Verhältnisse betreffen nur Linsenfasern einzelner, mehr peripherisch gelegener Randschichten. Die Enden der übrigen Fasern, welche mehr zu den inneren Schichten der Linse gehören, gehen weiter zu den Polen und der Achse dieses Organs und begegnen sich hier mit den Enden derjenigen Fasern, welche von den entgegengesetzten Theilen der Linse kommen.

Diese Begegnung geschieht bei verschiedenen Thieren in verschied
Weise, am einfachsten bei einigen Fischen, Amphibien (Stockfisch — Baer
Triton, Harting, Salamander — Harley, Frosch — Becker) und Vögeln,
die Linsenfasern einer und derselben Schicht vom Aequator beginnen,
allmählich verschmälern und ähnlich den Zwischenräumen der Meridian
auf dem Globus mit zugespitzten Enden auf einem Punkte der Linse
einander begegnen. Bei einigen Fischen, wie z. B. dem Torpedo, verein
sich auch die hinteren Enden der Fasern auf der Achse, während die vord
einer jeden Schicht für sich durch ihr Zusammentreffen eine Naht bild
welche sich auf der Vorderfläche der Linse bei schwacher Vergrösserung
gerade Linie, perpendiculär zur Achse der Linse gerichtet, darstellt, und
welcher die Enden der Fasern strahlenförmig gegen den Aequator aus einand
gehen. Indem die Nähte der folgenden inneren Schichten gleichfalls gera
Linien darstellen mit allmählicher Verkürzung gegen das Centrum der Linse,
kann man sagen, dass im gegebenen Falle die vorderen Enden der Linsen-
fasern aller Schichten sich auf einer (übrigens sehr unebenen) Fläche begegn
welche vielleicht die Form eines Dreiecks darstellt, deren leicht bogenförm
Basis gegen die Vorderfläche der Linse gekehrt ist, während ihr Scheitel s
im Linsenkern verliert.

Bei dem grössten Theile der Fische und Amphibien und bei einigen Säu
thieren (Kaninchen, Hasen, Delphinen) endigen, sowohl die vorderen, als h
teren Enden der Linsenfasern auf die eben beschriebene Weise, wobei
hintern und vordern Nähte, welche das Ansehen von geraden Linien besitz
nicht in derselben Ebene liegen, sondern sich unter einem geraden Wink
schneiden. In diesem Falle umgreifen die Fasern nicht die ganze Hälfte d
Linse, sondern nur einen Theil derselben, und zwar geschieht das auf fo
gende Weise: Beginnt z. B. das vordere Ende einer Faser am Ende der vo
deren Naht, so endigt sie in der Richtung des Meridians nach hinten gehend
dort auf der Mitte der Naht, demnach also in der Achse der Linse. Beginn
eine Faser in der Mitte der vorderen Naht, so geht sie zum Ende der hintere
Beim menschlichen Fötus, beim Neugeborenen und bei vielen, vielleicht b
der Mehrzahl der Thiere stellt das Zusammentreffen der Fasern sowohl an d
Vorder- als Hinterfläche der Linse complicirte Verhältnisse dar, welche i
Folgendem bestehen: Die Nähte stellen eine Art Stern dar, welcher vorzüglich
drei Strahlen erkennen lässt, deren Vereinigungspunkt der Linsenachse ent-
spricht. Der Winkel, welcher von je zwei Strahlen gebildet wird, beträgt in
diesem Falle 120°. Die Strahlen des vorderen und hinteren Sternes liegen
nicht in derselben Ebene, sondern so, dass die Projektion jedes vorderen
Strahles in die Mitte zwischen zwei Strahlen des hinteren Sterns fällt, mit
anderen Worten, der Vorder- und Hinterstern sind gegen einander um 60°
gedreht. Endlich giebt es Thiere, bei denen, wie auch beim erwachsenen
Menschen die Sterne aus einer grösseren Zahl von Strahlen bestehen. So z. B.
kann man beim Menschen im Vordersterne ihrer bis zu neun zählen, im Hinter-

noch mehr. (Fig. 373 A. u. B.) Nicht selten theilen sich die Strahlen en Enden; doch selbst bei dieser Complication liegen die Strahlen des ren und hinteren Sternes nicht in denselben Ebenen. Dazu betrifft diese

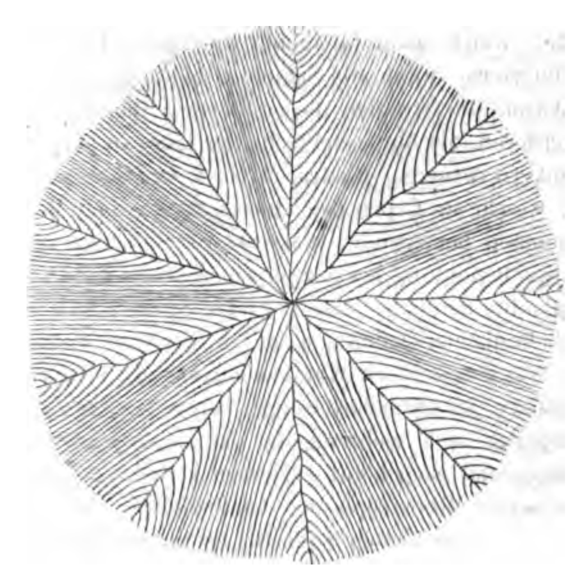


Fig. 373 A. Linsenstern. Vorderer.

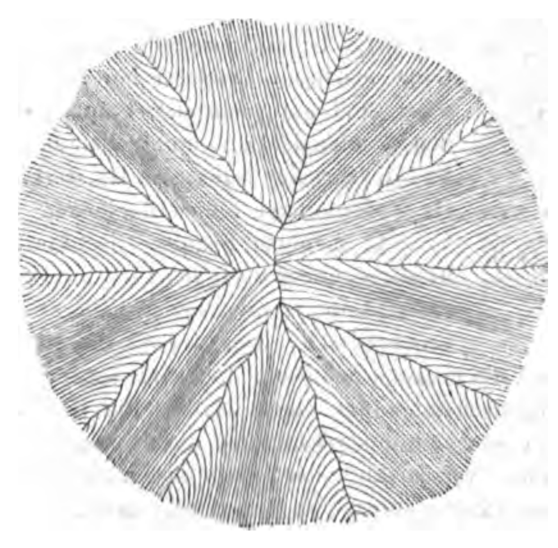


Fig. 373 B. Linsenstern. Hinterer.

lication nur die oberflächlichen Schichten der Linse, während in den gelegenen diese complicirten Sterne, wie das an der Linse des er- senen Menschen bekannt ist, sich in dreistrahlige verwandeln.

Alle früheren Forscher (Werneck, Hannover, Kölliker, Henle, Le
Becker und Andere) glaubten, dass die Enden der Fasern sich in den Strahl
der Sterne nicht unmittelbar berühren, sondern, dass zwischen ihnen
Zwischenraum übrig bleibe, der von einer structurlosen oder körnigen Ma
ausgefüllt werde, welche man für einen constanten Bestandtheil der Li
hielt. Da nun die Sterne durch alle Schichten hindurchgehen, so sollten, e
sprechend der Anzahl der Strahlen dieser Sterne, Spalten existiren, die
wohl von der vorderen, als hinteren Fläche der Linse in perpendiculärer Ri
tung zum Linsenkern dringen. Becker (Arch. f. Ophthalmologie 1863) wo
diesen Spalten, welche im Leben des Thieres nach seiner Meinung von di
flüssiger, vollkommen homogener, wasserklarer Substanz erfüllt sind,
besonders wichtige Bedeutung bei der physiologischen Funktion der Linse
schreiben. Er glaubte nämlich, dass gedachte Spalten sich mit Hülfe vo
ihren Wänden befindlichen Oeffnungen mit besonderen Canälen vereinig
welche, mit Oeffnungen in ihren Wänden beginnend, sich zwischen den
sern der Krystalllinse (interfibrilläre Gänge) verbreiten, so dass der Inhalt
sternförmigen Spalten sich während der Accomodationsveränderungen
Linse in die Gänge und umgekehrt ergiessen könne. Allein schon Kölli
äusserte sich in seiner Mikroskopischen Anatomie (S. 711), dass er vo
erwähnten Substanz an Linsen mit gut erhaltenen
serenden sehr wenig gefunden habe; Hensen erkl
die Becker'schen Gänge für Kunstproducte, Sern
endlich zeigte zur Evidenz, dass weder Sternsp
mit darin befindlicher Substanz, noch interfibri
Gänge existiren. Letzterer bewies, dass an ganz
schen und gut gehärteten Präparaten die Fasern
den Strahlen der Linse unmittelbar an einander stos
und die Strahlen selbst sich bei starker Vergrösser
als wellenförmige Linien darstellen. (Fig. 374).
Vorsicht geführte Schnitte der Linse in belieb
Richtung überzeugen gleichfalls, dass zwischen ih
Fasern keinerlei Zwischenräume bestehen. Somit w
nachgewiesen, dass sowohl die structurlose Ste
substanz, als auch die Becker'schen Gänge nichts als Kunstproducte sind,
denen erstere augenscheinlich von einem Zerfalle der Linsenfaserenden
hängen, letztere aber durch unvorsichtig und unzart ausgeführte Schnitte
dadurch entstandene Verschiebung der Fasern zu Stande kommen.

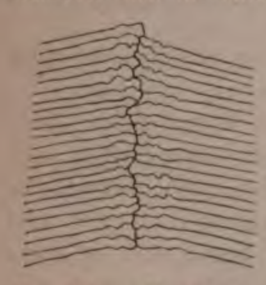


Fig. 374. Horizontalschnitt durch eine Naht an der Ochsenlinse, um zu zeigen, wie an ihr die Linsenfasern gegen einander stossen.

Was die Linsenfasern anlangt, so wissen wir, dass ihre Länge, Dicke
in verschiedenen Schichten eine verschiedene ist; dass sie jedoch immer
Charakter flacher Bänder haben, welche im Durchschnitte sich als mehr o
weniger schmale verlängerte Sechsecke darstellen. Wird der Schnitt du
mehrere, in ihrer natürlichen Lage befindliche Fasern geführt, so erhält m
eine Figur, welche an Honigwaben erinnert, deren Zellen in derselben, u

zwar parallelen Richtung zur Linsenoberfläche ausgezogen sind. (Fig. 375 u. 376.) Aus diesem Querschnitte ist ersichtlich, wie der Rand einer Faser sich in den Winkel, der von den Rändern der benachbarten, einander deckenden

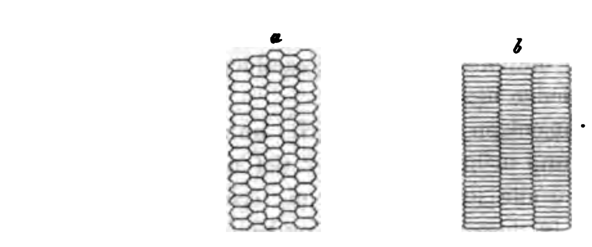


Fig. 375. Senkrechte Schnitte durch Linsenfasern in ihrer natürlichen Lage.
a Vom Kalbe. b Vom Huhn.

Fasern gebildet wird, hineinschiebt. Bei den Vögeln erweisen sich die genannten Sechsecke sehr lang und eng, was beweist, dass bei ihnen die Fasern bei Weitem flacher sind, als bei Säugethieren. (Die sogenannten radiären Fasern bei Vögeln beziehe ich auf die vordere Epithelialschicht der Linse.) Bei Fischen sind die Fasern so flach, dass es schwer hält, mit Bestimmtheit zu entscheiden, welche Form sie im Querschnitte besitzen.

Im Allgemeinen sind die oberflächlichen Linsenfasern breiter und dicker, als die tiefer gelegenen. Uebrigens sind die Dimensionen der Fasern im Querschnitte auf der ganzen Länge derselben sich nicht überall gleich. Beim Menschen sind diejenigen Fasern, welche am Rande der Linse gelegen und, wie oben erwähnt, nach aussen gebogen sind, an ihren Enden dicker als in der Mitte. Diejenigen Fasern hingegen, welche näher zum Kerne liegen, und deren Enden sich in der Richtung zur Achse der Linse umbiegen, verjüngen sich allmählich auf beide Seiten von ihren äquatorialen Theilen; jedoch verbreitern sich ihre Enden wieder ein wenig. Bei Säugethieren endigt der grösste Theil der Linsenfasern an irgend einer Stelle der Oberfläche oder in den Sternstrahlen mit verdickten oder verbreiterten Enden. Reichen die Linsenfasern bis zur Achse (wie das nach dem oben Gesagten bei einigen Fischen, Amphibien und Vögeln der Fall ist), oder begegnen sie sich nur in einer Linie (wie bei Kaninchen, Hasen etc.), dann ist es selbstverständlich, dass ihre Enden sich nicht verbreitern, sondern von der Aequatorialgegend an allmählich verjüngen und im ersteren Falle sehr spitzwinklig, im zweiten aber mehr oder weniger stumpf endigen.

Die Contouren der Fasern sind gleichfalls verschieden. Bei allen Thieren haben die oberflächlichen immer glatte, die tiefern hingegen unebene, sogar gezähnte Ränder. Dies ist beim Menschen, und zwar vorzüglich an den Enden der Fasern am wenigsten der Fall. Die Zähnelung ist schon mehr ausgesprochen bei Säugethieren, und noch mehr bei Amphibien und Vögeln. Bei der Mehrzahl der Fische sind die Fasern, wie schon Brewster zeigte, mit sehr

langen und regelmässigen Zähnen besetzt. (Fig. 376.) Wie lang aber auch die Zähne sein mögen, sie verkleinern sich in dem Masse, als sich die Fasern den Enden nähern, und gehen endlich in wellenförmige Unebenheiten über. Die Zähne einer Faser sind gegen die Zähne der Nachbarfasern gerichtet und greifen möglicherweise unter Umständen in dieselbe ein; bei Säugethieren und Vögeln ist dies entschieden nicht der Fall.

Diejenigen Fasern, welche unmittelbar am Rande der Linse und mehr oder weniger tief nach innen gelegen sind, besitzen alle je einen einzigen, scharf conturirten, ovalen Kern, in dessen Mitte ein rundes Kernkörperchen sichtbar ist. Diese Kerne nehmen in verschiedenen Fasern eine verschiedene Lage ein. In den benachbarten Fasern jedoch entfernen sie sich nicht sehr von einander, so dass in meridionalen Schichten der Linse dieselben einen mehr oder weniger breiten und verschieden stark gekrümmten Gürtel, die sogenannte Meyer'sche Kernzone bilden, welche sich als unmittelbare Fortsetzung einer regelmässigen Reihe von Epithelialkernen herausstellt. (Fig. 372. A. u. B.)

Fig. 376. Isolirte Linsenfasern.
A. vom Menschen.
B. vom Fisch.
a mittlerer Theil.
b Enden.

Ritter (Archiv für Ophthalmologie Bd. XII, Abth. p. 17) entdeckte im Centrum der Linse bei Fröschen kurze Fasern mit Kernen, oder richtiger gesagt, Zellen, welche seiner Meinung nach die bildenden Elemente für die Linsenfasern darstellen sollten. Sernoff fand ähnliche Zellen, jedoch nur bei Fröschen. Berücksichtigt man, dass diese Zellen sehr resistent sind, dass ihre Oberfläche im Allgemeinen sehr unregelmässig, runzlig, dass sich in ihnen nicht immer Kerne finden, oder, wenn sich solche vorfinden, dieselben unregelmässig gezackt erscheinen, so dürfte es vielmehr gerechtfertigt sein, dieselben für Ueberreste alter Embryonalzellen, welche nur eine gewisse Entwickelungsstufe erreicht haben, zu halten, statt für junge Bildungszellen, Baumaterial zu Linsenfasern.

Die Consistenz der Linsenfasern ist eine verschiedene, je nach den Schichten, in denen sie sich befinden. Die oberflächlichen Fasern sind gewöhnlich sehr weich und zart und zerfallen leicht durch macerirende Flüssigkeiten in gesonderte Tropfen von verschiedener Grösse (Glaskugeln), theils auch in eine feinkörnige oder structurlose Masse. Dieses Zerfallen kommt auch nach dem Tode des Thieres spontan zu Stande. Da nun diesem Zerfallen anfangs namentlich die Enden der Fasern unterworfen sind, so ist es begreiflich, dass die Produkte des Zerfalles sich vor Allem in dem Linsensterne anhäufen müssen; man hielt diese Produkte früher für normale Bestandtheile der Linse. Ausserdem bilden sich unter gewissen Verhältnissen in den Fasern Vacuolen, häufig erweisen sich ihre Ränder unter eben diesen Verhältnissen gleichsam angefressen. Je tiefer, je mehr zum Centrum die Fasern liegen, desto re

tenter werden sie, und desto weniger zerstörend wirken Reagentien auf ie ein.

Gewöhnlich schreiben die Autoren den Linsenfasern eine Hülle zu und geben ihnen daher einen anderen Namen, nämlich Linsenröhren. Allein das Vorhandensein dieser Hülle zu beweisen, ist äusserst schwierig, besonders an den ausserordentlich dünnen, gezähnten Fasern der Fische, und die Gründe, auf welche sich die Autoren stützen, sind noch viel unhaltbarer als diejenigen, welche die Gegenwart von Membranen an Blutkörperchen beweisen sollen. Man beschreibt ferner auch Längs- und Querstreifen in den Linsenfasern. Doch ist diese Streifung so selten zu beobachten und stellt so viel Unregelmässiges und Unbeständiges in ihrer Anordnung dar, dass man aus ihrem Vorhandensein nicht berechtigt ist, auf den feineren inneren Bau der Linsenfasern zu schliessen; es sind dieselben vielmehr als zufällige Runzelungen und Unebenheiten der Fasern aufzufassen.

Unter dem Einflusse verdünnter Mineralsäuren, Alkohol. und beim Kochen trüben sich die Linsenfasern, und ihre Contouren treten dabei schärfer hervor. Dies rührt daher, dass zu ihren hauptsächlichsten chemischen Bestandtheilen Eiweissstoffe gehören, und zwar in vorwiegender Menge das Globulin mit einer gewissen Menge von Kali albuminatum und gewöhnlichem Serumeiweiss. Ausserdem hat man auch unter den Bestandtheilen der Linsenfasern etwas Fett mit Spuren von Cholestearin, nicht über $^1/_2$ % Asche und 60 % Wasser aufgefunden. Die qualitativen Verhältnisse müssen sich je nach den Schichten, welche die Fasern einnehmen, ändern; denn abgesehen davon, dass die Centralfasern resistenter sind, härtet sich unter denselben Reagentien der Kern der Linse viel stärker als die oberflächlichen Schichten, so dass z. B. bei Fischen der Kern durchsichtig bleibt, hart und unschneidbar wird. Die Trübung und Vacuolenbildung in den Linsenfasern wird gleichfalls durch Mittel bedingt, die denselben Wasser entziehen.

Was den Ursprung des Linsenkörpers und die Entstehung der denselben zusammensetzenden Fasern betrifft, so geht aus dem oben beschriebenen unmittelbaren Uebergange der vorderen Epithelialschicht der Linse in die hintere faserige Schichte klar hervor, dass jede Linsenfaser nichts anderes als eine kolossale metamorphosirte in die Länge ausgezogene Epithelialzelle ist, und die Entwickelungsgeschichte lehrt weiter, dass die Bestandtheile des Linsenkörpers aus epidermoidaler äusserer Schicht des Embryo entsteht.

Wie oben erwähnt, ist der Linsenkörper allerseits von einer Membrana umzogen, welche vollkommen structurlos, glatt und wasserklar ist. Nur im Falle, dass diese Membran sehr dick ist, kann man an Querschnitten erhärteter Präparate eine Längsstreifung erkennen, was zu Gunsten einer Schichtung derselben spricht. Die Kapsel ist nicht überall gleich stark. So ist beständig und bei allen Thieren die vordere Hälfte und zwar derjenige Theil, welcher vom Anheftungsrand der Zonula Zinnii begrenzt wird, immer dicker (beim Menschen fast um das Doppelte) als die hintere Hälfte. Am

dünnsten ist sie am hinteren Pole. Die Substanz der Kapsel ist sind resistent und sehr elastisch. Beim Einschnitt rollt sie sich sehr leicht n aussen auf. Auf der hinteren Fläche der Linsenkapsel fanden einige Aut Epithelialzellen, was wahrscheinlich daher kam, dass man die innere Fl der Vorderkapsel als mit Epithelialzellen bekleidet annahm und beschi Es wäre jedoch natürlicher, auf Grund der Entwickelungsgeschichte der Li die Sache umgekehrt zu betrachten, nämlich, dass das Epithel, welches Vorderschicht und die unmittelbare Fortsetzung der hinteren Schicht bil wie auch diese letztere, von der Kapsel bekleidet ist. Es scheint, dass entweder die Abdrücke derjenigen hinteren Enden der Linsenfasern, we unmittelbar an die Kapsel stossen oder die kugeligen Gebilde, welche dem Zerfall eben dieser Enden entstehen, für Epithelialzellen gehalten l Die Frage, welche genetische Bedeutung die Linsenkapsel habe, bietet für i Beantwortung die grössten Schwierigkeiten. Man behauptet zwar, dass das Product der Ausscheidung der Epithelialzellen sowohl als auch der Lins fasern sei, doch giebt es hierfür durchaus keinerlei Beweise. Ich habe oft gesehen, dass die erste Anlage der Linsenkapsel, welche ungemein zart gefaltet und von der Oberfläche der embryonalen Linse entfernt war, sich schwer mit der Annahme ihrer Entstehung durch Ausscheidungsproc vereinigt. Ich habe an Präparaten von Sernoff, der sich lange mit di Frage beschäftigt hat, Gelegenheit gehabt zu sehen (bei Hühnerembryon dass die Linsenkapsel Kerne enthielt, und es wäre vielleicht natürlicher, zu den metamorphosirten bindegewebigen Bildungen zu zählen. Die F ist übrigens selbstverständlich nicht zum Abschluss gebracht.

VII.

Ueber die Hornhaut.

Von

Alexander Rollett.

Die Hornhaut des Auges der Wirbelthiere besteht aus mehreren Schichten verschiedener Gewebe. Die vorderen und hinteren Grenzen der Schichten laufen nahezu parallel den Oberflächen der Hornhaut, seitlich am Hornhautrande (Limbus corneae) werden sie begrenzt von der Conjunctiva, der Sclerotica und dem Ligamentum pectinatum iridis.

Schichten der Hornhaut. Fig. 377.

Von aussen nach innen gezählt sind die in der Hornhaut schichtweise sich folgenden Gewebe:

1. Das äussere Epithelium der Hornhaut, Fig. 377 *a—b*. Dasselbe ist ein geschichtetes Plattenepithelium.

2. Das eigentliche Hornhautgewebe (Substantia propria seu fibrosa corneae, faserige Schicht der Hornhaut, lamellöse Hornhaut) Fig. 377 *b—c*. Mit dieser Schichte beginnen die zu den Geweben der Bindesubstanz gehörigen Schichten der Hornhaut.

3. Die Descemetische Haut (Demoursische Haut, Membrana humoris aquei, glasartige Lamelle der Hornhaut, Lamina elastica posterior, Bowman, innere Basalmembran, Henle, Fig. 377 *c—d*). Eine scharf begrenzte, für gewöhnlich homogen erscheinende Lamelle.

4. Das Endothel der Descemetischen Haut (inneres Epithelium der Hornhaut, Epithelium der Descemetischen Membran, Epithelium humoris aquei, Fig. 377 *d—e*), eine einfache Lage abgeplatteter Zellen.

Durchschnitte senkrecht auf die Oberfläche getrockneter oder in Chromsäure, Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol gehärteter oder auch gefrorener Hornhäute lassen die beschriebene Schichtenfolge leicht erkennen. Die

Schichten sind verschieden dick, die dickste Schichte wird von dem eigent-
lichen Hornhautgewebe gebildet, beim Menschen am äusseren Umfange
1 Mm. dick, in der Mitte etwas dünner (Brücke [1]). Ihr zunächst folgt
Mächtigkeit das äussere Epithel, beim Menschen 0,03 Mm. dick (Henle
Dann kommt die Descemetische Membran, beim Erwachsenen in der
0,006—0,008 Mm., am Rande 0,01—0,012 Mm. dick (H. Müller [3]), und
das Endothel der Descemetischen Haut.

Das Bild, welches das äussere Epithel, die Descemetische Membran
ihr Endothel auf solchen Schnitten ergeben, bedarf vorläufig keiner weit



Fig. 377. Meridionaler Schnitt durch die Hornhaut des erwachsenen Menschen aus einem in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Bulbus. Der Schnitt war mit Carmin gefärbt mit Nelkenöl durchsichtig gemacht.

Erläuterung (Fig. 377), weniger leicht ist es, sich in dem Durchschnittsbild des eigentlichen Hornhautgewebes zu orientiren.

Nimmt man dasselbe wie es z. B. auf einem mit Carmin gefärbtem Durchschnitte durch ein mit Müller'scher Flüssigkeit gehärtetes Auge sich darstellt, Fig. 377 *b*—*c*, so kann man dieser Schichte ein gebändertes Ansehen zuschreiben. Die Substanz, welche den Grund bildet, erscheint, aber bei weitem nicht regelmässig, in Streifen (Lamellen, Bowman'sche Lamellen) secundäre Lamellen (Henle [4]) zerlegt, die der Länge nach in der Richtung der Durchschnittslinien der Oberflächen der Hornhaut verlaufen, und zwar wird die Zerlegung bewirkt durch in derselben Richtung eingetragene, längliche Figuren

1) Anatomische Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847. p. 9.
2) Handbuch der Eingeweidelehre. Braunschweig 1866. p. 605.
3) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II, 1. Abth. p. 48.
4) l. c. p. 592.

e stellenweise breiter erscheinen, stellenweise zu einfachen Linien verhmälert sind. Indem sich die breiteren Theile zuspitzen, gehen sie in jene nien über und hängen mittelst derselben zusammen, oder aber jene Linien erlieren sich allmählich in den Grund. In den Verbreiterungen liegen, dunkler s die Substanz des Grundes und stärker gefärbt erscheinend als dieser, ngliche Massen (Toynbee-Virchow'sche Hornhautkörperchen), welche den palt in dem Grunde völlig ausfüllen, oder aber es erscheinen an anderen tellen jene Massen einseitig oder auch von beiden Seiten vom Grunde abgelöst, leiner als die weitere Lücke der Grundsubstanz. Nahe der äusseren Oberläche (Fig. 377) folgen in einer bestimmten Entfernung vom äusseren Epithel n der Richtung der Durchschnittslinie der Oberfläche jene verbreiterten Figuren rascher auf einander, als in den übrigen Theilen des Schnittes, und zwischen jener an Körperchen reicheren Lage und dem äusseren Epithel folgt dann ein Band des Grundes, welches breiter ist als alle übrigen (Lamina elastica anterior (Bowman), vordere Basalmembran (Henle[1]), Fig. 377 b—b'. Es gemahnt dasselbe durch sein gleich breites, glattes Ansehen an die Descemetische Membran, ist aber breiter als diese und niemals so scharf begrenzt. Gegen das Epithel tritt sein Grenzcontour nicht so völlig scharf hervor, wie der der Descemetischen Membran gegen das innere Epithel. Die innere Grenze jenes Bandes ist noch weniger scharf, indem es in die Brücken, welche die Grundsubstanz zwischen den erwähnten, gedrängt liegenden Körperchen bildet, allmählich übergeht. Das beschriebene Verhalten ist sehr ausgezeichnet an einem Durchschnitte durch die mittleren Parthieen der menschlichen Hornhaut zu sehen. An den Randtheilen erscheint ein etwas anderes Bild, indem dort Bänder von dem Ansehen der Grundsubstanz im geschwungenen Verlaufe aus tieferen Lagen bis zur Grenze an das Epithelium aufsteigen und von dort in ähnlicher Weise wieder zurückkehren (Fibrae arcuatae), Stützfasern (Henle[2]). Ein Verhalten, welches in der Hornhaut gewisser Thiere, z. B. beim Ochsen, in allen Theilen der Hornhaut die Regel ist.



Fig. 378. Hornhautschichten an einer Falte der frisch in humor aqueus untersuchten Froschcornea. *ab* äusseres Epithel. *bc* Hornhautgewebe. *d* Descemetische Haut. *e* Endothel der letzteren.

An dünneren Hornhäuten kleiner Thiere, z. B. an der Horn haut des Frosches, lässt sich die Schichtenfolge auch beobachten, wenn man mit einer

1) l. c. p. 605. 2) l. c. p. 604.

scharfen Scheere am Cornealrande ausgeschnittene Hornhäute in l
unter das Mikroskop bringt und Stellen aufsucht, wo sich die l
faltet hat. Man vergleiche in dieser Beziehung Fig. 378.

Die beschriebenen Schichten der Hornhaut sind nun näh
feineren Bau zu untersuchen.

Das eigentliche Hornhautgewebe.

Das eigentliche Hornhautgewebe gehört den Gewebe
substanz an. Als mikroskopische Formen desselben können wir u
Zellen und zu Bündeln geordnete Fibrillen, welche letztere da
gewebe in verschiedenen Richtungen durchziehen, endlich besond
Höhlungen, welche die Zellen der Hornhaut beherbergen. In
gewebe finden sich also Formen vor, wie man sie in ähnlicher
in dem fibrillären Bindegewebe nachweisen kann, mit welchem da
Hornhautgewebe die grösste Aehnlichkeit besitzt; es liegt darum
sehr ähnliche und vielfach zusammenhängende geschichtliche E
der Lehre von beiden Geweben vor [1].

Die Zellen des Hornhautgewebes. Man hat in dem Horn
zweierlei Formen von Zellen zu unterscheiden gelernt.

Eine wenig beachtete Beschreibung der einen Form lieferte zuers
aber erst VIRCHOW brachte dieselbe gelegentlich seiner Studien [3]) übe
substanzen in so eindringlicher Weise zur Geltung, dass sie seit jener Z
Namen der Hornhautkörperchen oder der TOYNBEE-VIRCHOW'sche
körperchen bis auf unsere Tage eine reiche Quelle von Studien und
unter den Histologen abgaben. Auf die zweite Form von Zellen in de
gewebe hat v. RECKLINGHAUSEN [4]) zuerst aufmerksam gemacht. Es solle
letzteren betrachtet werden.

Wanderzellen und Infiltration der Hornhaut mit
zellen. Die Wanderzellen (bewegliche Körperchen der Hornhaut
LINGHAUSEN [5]) sind im lebenden Gewebe durch ihre lebhaften amö

[..]etischen Membran nach oben in einer feuchten Kammer unter das Mikroskop [..]gt. (v. RECKLINGHAUSEN, ENGELMANN[1]).

Ihre Anzahl ist eine wechselnde in verschiedenen Hornhäuten. Deutlicher [u]nd schärfer begrenzt erscheinen sie erst nach einigem Liegen des Präparates, [si]e treten dann durch ihren Glanz hervor. Ihre lebhaften Formveränderungen [g]leichen völlig jenen der amöboiden Zellen des Froschblutes oder frei im humor [a]queus befindlichen Eiterkörperchen dieser Thiere. Im Hornhautgewebe sind [a]ber ihre Formen häufig auffallend verlängert und dabei sehr schmal. Die [b]ewegten Zellen wandern im Gewebe. Dieses Phänomen kann nur verstan[d]en werden, wenn man ausser der Beweglichkeit der Zellen auch die Durchgängigkeit des Mediums (Hornhautgewebe), in welchem wir sie beobachten, eingehend berücksichtigt. Das letztere auf später verschiebend, wollen wir hier die Durchgängigkeit des Gewebes voraussetzen und die Zellen für sich verfolgen.

Man findet Wanderzellen in allen Tiefen des Hornhautgewebes. Die Bahnen, welche sie beschreiben, sind verschieden, gewöhnlich stark gebogen, (v. RECKLINGHAUSEN[2]). Doch sieht man sie auch geradlinig. Im letzteren Falle erfolgte der Durchgang einer Zelle durch das Sehfeld eines Kellner'schen Mikroskopes in einer halben bis einer Stunde (v. RECKLINGHAUSEN).

Wie beim Frosch, so beobachtet man auch bei anderen Thieren in der frischen Hornhaut die Wanderzellen.

Unter den Säugethieren sind bei der Ratte, dem Kaninchen, Hund, Hammel, Rind und Schwein Beobachtungen darüber angestellt (v. RECKLINGHAUSEN). Es müssen aber zu dem Ende aus den dickeren Hornhäuten mittelst eines scharfen Messers Flächenschnitte des frischen Hornhautgewebes gewonnen werden. Die Wanderungen sind hier nicht in allen Fällen, aber oft ebenso ausgezeichnet zu beobachten, wie bei Fröschen.

Die Wanderzellen der Froschhornhaut verwandeln sich in stark glänzende, rundliche, mit nur kurzen Fortsätzen oder Vorsprüngen versehene Körper, wenn man die Hornhaut in Zuckerlösung von mässiger Concentration einlegt (v. RECKLINGHAUSEN, ENGELMANN). Die Zahl der Wanderzellen nimmt beträchtlich zu, wenn an der Hornhaut durch Aetzung mit Höllenstein eine Entzündung hervorgerufen wird (eitrige Infiltration).

Dasselbe ist der Fall bei jeder durch andere Einflüsse hervorgerufenen, traumatischen Keratitis.

Nachdem vorerst die amöboiden Eigenschaften der Eiterkörperchen, die nach der Hornhautätzung im humor aqueus auftreten, constatirt worden war, und damit auch die schon früher, namentlich von VIRCHOW vertheidigte Anschauung von der Identität der Eiterkörperchen und der weissen Blutkörperchen zum Durchbruche gebracht war, zeigte es sich auch sogleich, dass die in eitrig infiltrirten Hornhaut-

1) Ueber die Hornhaut des Auges. Leipzig 1867, p. 3 u. d. f.
2) l. c. p. 171.

parthieen befindlichen Eiterkörperchen dieselbe Beweglichkeit besitzen, und dass ähnliche, aber spärlich auftretende, amöboide Zellen schon in der normalen Hornhaut als Wanderzellen sich vorfinden (v. Recklinghausen [1])).

Man kann in der Lehre von der Hornhaut nicht Umgang nehmen von dem näheren Eingehen auf die Abkunft der bei der eitrigen Infiltration auftretenden amöboiden Zellen, und zwar aus dem Grunde, weil, wie wir später sehen werden, die Studien über diesen Gegenstand eine entscheidende Rolle spielen in den Controversen über die Eigenschaften und die Bedeutung derjenigen Zellform in der Hornhaut, die wir früher als Hornhautkörperchen oder Toynbee-Virchow'schen Hornhautkörperchen bezeichneten.

Man wurde zuerst auf Bilder aufmerksam, welche man dafür sprechen liess, dass die Trübung der Hornhaut bei der traumatischen Entzündung auf Rechnung einer Proliferation von in der Hornhaut enthaltenen Zellen (Kernen) zu setzen sei (Bowman [2])).

Als man anfing, die Hornhautkörperchen genauer zu untersuchen, schickte man sich auch an, die Veränderungen derselben bei der Entzündung kennen zu lernen (Virchow [3]), Strube [4])), und durch fortgesetzte solche Studien (His [5]), Weber [6]), Rindfleisch [7]), Langhanns [8])) versuchte man, der Annahme der Entstehung der Eiterkörperchen aus den Hornhautkörperchen ein näher detaillirtes Gepräge zu verleihen. Endlich wurde nach Feststellung der amöboiden Eigenschaften der Wanderzellen angedeutet, wie die Hornhautkörperchen, sei es direct, sei es unter dabei erfolgender Zelltheilung, sich in die Wanderzellen umgestalten könnten (v. Recklinghausen [9]). Man brachte aber gleichzeitig auch in Erfahrung, dass Hornhäute, die man verschiedenen Thieren exstirpirt hatte, und welche noch lebend oder nach vorausgegangenem Absterben in Lymphsäcken lebender Frösche bewahrt worden waren, vom Rande her zahlreiche amöboide Zellen aus der Umgebung als Einwanderer in sich aufnahmen (v. Recklinghausen [10]).

Und nur einige Jahre später wurde die Lehre vorgetragen, dass die Eiterkörperchen auch bei der Keratitis am lebenden Thiere, ebenso wie bei der Entzündung anderer Organe zum überwiegenden Theile als emigrirte und in das Hornhautgewebe eingewanderte weisse Blutkörperchen zu betrachten seien (Cohnheim [11])).

Damit war, wie sich bald zeigte, auf vergessene Anschauungen zurückgegriffen, die schon vor längerer Zeit auf Grund directer Beobachtungen über die Eiterbildung ausgesprochen worden waren (Waller [12])). Jene Beobachtungen bezogen sich in erster Linie auf die Durchgängigkeit der Gefässwände für die Blutkörperchen.

Ein Vorgang, der erst durch neuere directe Beobachtungen über den Durch-

---

1) l. c. p. 157—171.

2) Lectures on the parts concerned in the operations in the eye and on the structure of the retina. London 1849, p. 29. Fig. 5.

3) Ueber parenchymatöse Entzündung. Virchow's Archiv. Bd. IV, p. 259.

4) l. c.

5) Beiträge zur normalen und patholog. Histologie der Hornhaut. Basel 1856, p. 45.

6) Zur Entwickelungsgeschichte des Eiters. Virchow's Archiv. Bd. XV, 475.

7) Untersuchungen über die Entstehung des Eiters. Virchow's Archiv XVII, p. 239.

8) Das Gewebe der Hornhaut im normalen und patholog. Zustande. Zeitschr. für rat. Medicin. 3. Reihe. XII. Bd. p. 22.

9) l. c. p. 181.

10) l. c. p. 183.

11) Ueber Entzündung und Eiterung. Virchow's Archiv. Bd. XL, p. 1.

12) Philosophical Magazine 1846. Tom 29, p. 271 u. 398.

-itt rother (STRICKER [1])) und weisser Blutkörperchen (COHNHEIM [2])) durch die Ge-isswandungen in sicherer Weise bewiesen wurde.

Für die zahlreichen Eiterkörperchen, welche sich bei der eitrigen Infiltration n der Hornhaut vorfinden, sei nun die Quelle nur im Blute, nicht aber in den Horn-autkörperchen zu suchen, da die letzteren in den eitrig infiltrirten Parthieen der Horn-aut noch völlig unverändert vorhanden seien (COHNHEIM). Die eitrige Infiltration soll ferner immer am Rande der Hornhaut, also an dem, wie wir später sehen werden, mit Gefässen ausgerüsteten Theile der Hornhaut beginnen und fanden in den Eiter-körperchen der Hornhaut körnige Pigmente (Anilinblau, Zinnober) sich wieder, welche an einem entlegenen Orte der Blutbahn einverleibt wurden (COHNHEIM [3])).

Im Widerspruche damit überzeugte man sich aber, dass in einer von v. RECK-LINGHAUSEN construirten Züchtungskammer auch noch in ausgeschnittenen und ge-ätzten Hornhäuten von Säugethieren und Fröschen eine Anhäufung beweglicher Zellen um die gereizte Stelle stattfindet. Diese Zellen müsse man aber als die gene-tische Nachfolge der dabei verschwundenen Hornhautkörperchen ansehen (F. A. HOFF-MANN [4])). Für die Trübung, welche vom Rande der am lebenden Thiere geätzten Hornhaut ausgeht (HIS, COHNHEIM) müssten zwar die beweglichen Zellen aus dem Blute abgeleitet werden, aber die Trübung um die Reizungsstelle sei auf Rechnung jener Proliferation der Hornhautkörperchen zu setzen (F. A. HOFFMANN [5])).

Dagegen wurde wieder für die Nichtbetheiligung der Hornhautkörperchen an der Eiterbildung angeführt, dass in der Hornhaut von Fröschen nach der Aetzung keine Trübung entstehe, wenn das Blut der Thiere vorher durch eine Kochsalzlösung von 0,75 %, die durch die Vena abdominalis während 1—2 Stunden injicirt wor-den war, völlig (wie COHNHEIM meinte) verdrängt war. Das spräche mit aller Be-stimmtheit für die Nichtbetheiligung der Hornhautkörperchen an der Eiterbildung (COHNHEIM [6]).

Es erschienen aber bald darauf neue Untersuchungen (NORRIS und STRICKER [7])), in welchen die Proliferation der Hornhautkörperchen bei der Entzündung und der Uebergang derselben in Wanderzellen auf das Entschiedenste vertheidigt und an einzelnen Bildern erläutert wird.

Für die Abkunft der Wanderzellen in der Hornhaut sind also bei den ein-zelnen Autoren zwei verschiedene Quellen und diese in verschiedener Weise in Anspruch genommen: das Blut allein; die Hornhautkörperchen allein; oder beide gleichzeitig.

Wir werden diese Fragen erst später wieder aufnehmen, wenn wir uns vorerst auch über die Eigenschaften und über die Erscheinungsweise der zweiten Form von Zellen in der Hornhaut näher unterrichtet haben.

Das Zellennetz der Hornhaut. Die Hornhautkörperchen, (Toynbee-Virchow'sche Hornhautkörperchen, sternförmige (strahlige, vielstrahlige) Hornhautkörperchen, unbewegliche Horn-

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 52, p. 379.

2) l. c. p. 38 u. d. f.

3) l. c.

4) Ueber Eiterbildung in der Cornea. VIRCHOW's Archiv. Bd. 42, p. 204.

5) l. c. p. 209—217.

6) Ueber das Verhalten der fixen Bindegewebskörperchen bei der Entzündung. VIRCHOW's Archiv. XLV. p. 333.

7) Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien. Herausgegeben von STRICKER. 1870, p. 1, 18 u. 31.

hautkörperchen (v. RECKLINGHAUSEN[1])), fixe Hornhautkörperchen (COHNHEIM). Diese Gebilde stellen membranlose, mit Kernen versehene Zellen dar. Jede Zelle besitzt einen platten Körper und eben solchen Kern, die schmalen Durchmesser der Platte stehen senkrecht zur Oberfläche der Hornhaut oder weichen nur wenig von dieser Richtung ab. Die Fläche der Platte präsentirt sich also, wenn man senkrecht auf die Oberfläche der Hornhaut durch dieselbe hindurch sieht oder aber zur Oberfläche parallele Schnitte mit dem Mikroskope betrachtet. Der Rand der platten Zelle erscheint dann unregelmässig, da von demselben eine grössere oder geringere Anzahl von Fortsätzen nach den verschiedensten Richtungen hin abtreten.

Diese Fortsätze verästeln sich, indem sie sich zugleich verjüngen, dabei bleiben sie nicht in der Ebene des platten Körpers der Zelle, sondern treten nach oben und nach unten aus der Ebene des platten Körpers heraus. Die von den neben einander liegenden Zellen abtretenden Fortsätze vereinigen sich mit einander, so dass ein die Hornhaut durchziehendes Zellennetz zu Stande kommt. Die Maschen dieses Netzes sind verschieden gestaltet, oft erscheint das von den Fortsätzen der Zellen gebildete Gitter sehr regelmässig rechteckig.

Die Substanz der Zellen und die ihrer Ausläufer hat immer dasselbe glatte und gleichmässige, oft fein körnige Ansehen.

Die voranstehende, allgemeine Beschreibung des Zellennetzes, welches in dem Hornhautgewebe von den Hornhautkörperchen gebildet wird, entspricht einem bestimmten Zustande der Zellen und kehrt dann in den Hornhäuten der verschiedensten Thiere (Frosch, Triton, Hund, Katze, Ochs, Kaninchen, Meerschweinchen, Schwein, Schaf, Igel, Fledermaus, Ratte, Maus, Fuchs) und des Menschen in ganz ähnlicher Weise wieder.

In Bezug auf die Form und Anordnung der Zellen und ihrer Ausläufer stimmt diese Beschreibung der Hornhautkörperchen mit derjenigen überein, die, nachdem HIS[2]) die schönen Bilder, welche man von Holzessigpräparaten erhält, beschrieben hatte, die herrschende geworden ist. In Bezug auf die Beschaffenheit der, wie oben angegeben, gestalteten und angeordneten Zellen und Ausläufer haben wir uns den durch die neuere Zellenlehre geläuterten Ansichten gemäss geäussert. Während unmittelbar nach HIS' genannter Arbeit mit HIS von vielen Histologen das Zellennetz als hohl, die Zellen und ihre Ausläufer mit Membranen versehen, im Sinne des von VIRCHOW den Geweben der Bindesubstanz zugeschriebenen, plasmatischen Netzes aufgefasst wurden, sehen wir ein protoplasmatisches (KÜHNE) Netz durch die ganze Hornhaut sich erstrecken.

Diese Anschauung ist aber nicht unbestritten. Das Zellennetz der strahligen Hornhautkörperchen wurde auch als Artefact erklärt.

In der That seien vielmehr die Hornhautzellen glashelle Platten von mehr elastischer Beschaffenheit, mit ovalem, länglichem oder unregelmässig einge-

---

1) l. c. p. 180.
2) Würzb. Verhandl. Bd. IV, p. 90 u. l. c.

buchtetem, einfachem, selten doppeltem Kerne. Diese Zellplatten seien Endothelzellen ähnlich und so wie (durch RANVIER [1])) der Nachweis platter, kernhaltiger Zellen in den Sehnen geliefert sei, so breche sich die Anschauung, dass an einander gereihte platte Zellen im Bindegewebe eine mehr weniger ausschliessliche (?) Rolle spielen, immer mehr Bahn (SCHWEIGGER-SEIDEL [2]).

Unsere Untersuchung der Hornhautkörperchen wird uns dazu führen, dass sie als solche elastische Zellplatten gegenüber den älteren Darstellungen der zu einem Netz zusammentretenden strahligen Hornhautkörperchen nicht hingestellt werden können. Wir wollen nun die Untersuchung dieser Zellen im lebenden Gewebe (von RECKLINGHAUSEN [3]), KÜHNE [4]), ENGELMANN [5])) vornehmen.

Wird eine rasch mit einem schmalen Saum daran befindlicher Sclera ausgeschnittene, lebende Hornhaut mit humor aqueus unter das Mikroskop gebracht, so nimmt man zunächst auch unter dem Mikroskop ein so homogenes Ansehen wahr, wie es der völlig durchsichtigen glashellen frischen Hornhaut entspricht (ENGELMANN [6]), STRICKER [7])), nur wo Knickungen oder Faltungen entstanden sind, tritt bald das Bild Fig. 379 hervor (ENGELMANN).

Nach einiger Zeit bemerkt man dann zunächst die Wanderzellen und bald auch anfangs als matte Sterne (v. RECKLINGHAUSEN [8]), ENGELMANN [9]), oder als Spindeln (KÜHNE [10]) die Hornhautkörperchen, in denselben sieht man weder Körner noch Kerne.

Früher oder später werden aber kleine Körnchen und die meist verlängerten Kerne sichtbar und dadurch die Hornhautkörperchen noch deutlicher. Die nahe Uebereinstimmung der Brechungscoefficienten aller Theile der frischen Hornhaut geht also beim Liegen der ausgeschnittenen Hornhaut allmählich verloren. Anfangs gelingt es nur mühsam und stückweise, später immer besser die Hornhautkörperchen zu verfolgen. Ja für die Demonstration der Hornhautkörperchen ganz besonders geeignet ist die Cornea vom Frosch, welche einem durch längere Zeit im feuchten Raume bewahrt gewesenen Auge entnommen wurde (KÜHNE [11])).

Conservirt man die ausgeschnittene Froschcornea durch 24 Stunden in

---

1) Archives de physiologie normale et pathologique.

2) Ueber die Grundsubstanz und die Zellen der Hornhaut des Auges. Sitzungsberichte der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Math.-phys. Classe. 1869, p. 320—323, p. 328.

3) l. c. p. 171, Taf. II, Fig. 2.

4) Untersuch. über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig, 1864, p. 123—131.

5) l. c. p. 3, 4 u. d. f.

6) l. c. p. 4.

7) l. c. p. 1.

8) l. c. p. 171.

9) l. c. p. 5.

10) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig, 1864, p. 124 und 125.

11) p. 130 und 131.

einer Nickhauttasche des Frosches (STRICKER[1])), dann erhält man von den Körperchen das Bild, welches in Fig. 379 dargestellt erscheint.



Fig. 379. Hornhautkörperchen aus einer frisch exstirpirten und dann durch 24 Stunden in einer Nickhauttasche bewahrten Froschcornea. Es sind nur die in eine Ebene fallenden Hornhautkörperchen und Körperchenfortsätze gezeichnet.

In diesen Fällen ist schon durch Verschieben des Tubus das die ganze Hornhaut durchdringende Netz, welches die Körperchen bilden, in toto gut zu verfolgen.

Ein sehr ausgezeichnetes Mittel, das Zellennetz in der Hornhaut darzustellen, ist das Goldchlorid (COHNHEIM[2])). Frische Hornhaut vom Frosch in 0,5 % Lösung eingelegt, bis sie durch und durch gelb geworden ist, dann in mit etwas Essigsäure angesäuertem Wasser der Wirkung des Lichtes ausgesetzt, nimmt bald eine röthliche oder bläuliche Farbe an, und nach einigen Tagen mit abgepinseltem vorderem Epithel unter Glycerin mikroskopisch beobachtet, ergiebt sich in Bezug auf Vollkommenheit und Prägnanz des durch reducirtes Gold roth oder blau gefärbten Zellennetzes eines der schönsten Bilder (Fig. 380 *a*).

Von solchen Hornhäuten lassen sich auch dünne Schnitte senkrecht auf die Oberfläche anfertigen, das Bild, welches man von solchen Schnitten erhält, ist sehr beachtenswerth, wegen der Kenntniss des Verlaufes der Fortsätze der Körperchen. Man sieht dieselben in allen Richtungen die Hornhautsubstanz durchsetzen, sie erscheinen der Länge nach getroffen noch im Zusammenhang mit dem kerntragenden Centrum der Zelle, oder man sieht längs, schräg oder quer getroffene Stücke jener Zellausläufer (Fig. 380 *b*).

Es ist auch sehr belehrend, sowohl Flächen- als Dickenschnitte vergoldeter Hornhäute zu zerzupfen und das Verhalten der Zellen und ihrer Ausläufer dabei wahrzunehmen, das ist namentlich in Bezug auf das später zu behandelnde Verhalten von Zellen- und Grundsubstanz zu einander nothwendig.

1) l. c. p. 36.
2) VIRCHOW's Archiv. Bd. 38. p. 346—349.

Gelungene Goldpräparate der Hornhäute der verschiedensten Thiere ergeben ein dem Zellennetz der Froschcornea wesentlich entsprechendes Bild, was insoferne wichtig ist, als wir eben an der Hornhaut des Frosches die beste Gelegenheit haben, uns zu überzeugen, dass durch das Gold die Körperchen in einer ganz ähnlichen Weise nur farbig sichtbar werden, wie

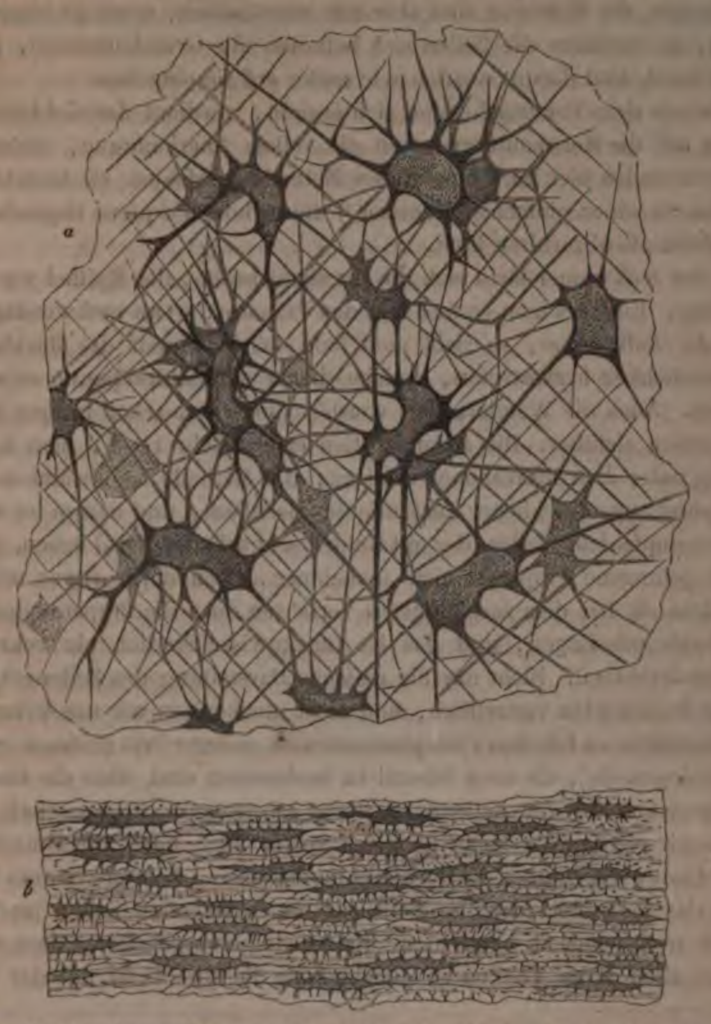


Fig. 380. *a* Hornhautkörperchen aus einer mit Goldchlorid behandelten und von der Fläche gesehenen Froschcornea. *b* Die Hornhautkörperchen auf einem zur Oberfläche senkrechten Schnitte einer mit Goldchlorid behandelten Froschcornea.

nach verschiedenen anderen Methoden. Sowie an den Körperchen der früher erwähnten Präparate, so ist auch an denen der Goldpräparate ein durchaus übereinstimmendes Ansehen der um die Kerne gesammelten Zellsubstanz und der Substanz der Ausläufer wahrzunehmen.

Wir besitzen noch andere Methoden der Imprägnation der Hornhaut mit Metallsalzen, so die Behandlung mit Argentum nitricum (COCCIUS[1]), HIS[2], v. RECKLINGHAUSEN[3])), ferner die Imprägnationen mit Eisen, Blei, Kupfersalz und nachträgliche Behandlung mit SH und NH_4S, Blutlaugensalz u. s. w. (LEBER[4])), auch diese führen uns zur Anschauung des vorerwähnten Protoplasmanetzes, die Methoden sind aber nur verständlich, wenn gleichzeitig das Medium, in welchem die Zellen sich befinden (die Grundsubstanz), mit betrachtet wird, und darum werden wir später auf sie eingehen.

Wie aus dem Vorausgehenden sich ergiebt, verdient das Goldchlorid als Reagenz auf die Hornhautkörperchen die vollste Anerkennung, nichtsdestoweniger muss ich hier noch eine andere Methode empfehlen, sie besteht darin, dass man in einer einfachen Kammer[5]) die in humor aqueus liegende Hornhaut Joddämpfe absorbiren lässt.

In der Jodkammer färbt sich die Hornhaut braun, das Epithel wird leicht abstreifbar. Entfernt man es und legt das Präparat, wenn nothwendig, wieder in die Jodkammer, so sieht man bald das Zellennetz der Hornhaut mit einer Deutlichkeit hervortreten, welche denen der Goldpräparate sehr wenig nachsteht. Auch die Wanderzellen werden durch ihre schön braune Färbung sehr deutlich sichtbar. Die Jodabsorption erfolgt sehr rasch, man kann die Wirkung unter dem Mikroskope verfolgen, die Methode ist absolut sicher für die Fixirung augenblicklicher Zustände der Hornhaut, und darum ist sie nicht genug zu empfehlen. Jeder, der mit Goldchlorid arbeitet, wird sehen, dass, wie herrlich gelungene Präparate sich ausnehmen, doch darin etwas missliches liegt, dass oft bei dem sorgfältigsten Verfahren doch die Präparate ganz oder stellenweise misslingen, und das ist für gewisse Studien ein sehr unangenehmer Nachtheil. Nicht nur die einfache Darstellung des Zellennetzes gelingt mit Joddämpfen vortrefflich, und nicht nur können wir uns ferner durch Controlversuche an frischen Protoplasmamassen anderer Orte (reifes u. embryonales Bindegewebe), die noch lebend zu beobachten sind, über die Bedeutung der Jodreaction für die Zellendarstellung schrittweise Rechenschaft geben, sondern wir werden die Methode gleich später auch noch zur Entscheidung anderer Controversen über die Hornhaut heranziehen. Kehren wir nun zurück, um die das Zellennetz der Hornhaut zusammensetzenden Zellen im frischen Zustande noch näher zu betrachten. Es wurde hervorgehoben, dass sie ganz frisch in allen ihren Theilen so gleichmässig lichtbrechend mit der Grund-

---

1) M. C. A. FLINZER, De argenti nitrici usu et effectu etc. Lipsiae 1844. Diss. inaug.

2) L. c. p. 67. — VIRCHOW's Archiv, Bd. 20, p. 207. — Schweizerische Zeitschrift für Heilkunde. 2. Band, No. 1.

3) VIRCHOW's Archiv, Bd. 19, p. 451, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, p. 4 u. d. f.

4) Zur Kenntniss der Imprägnationsmethoden der Hornhaut und ähnlicher Gewebe. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV, p. 300—316.

5) In den Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Leipzig, 1870, p. 15 u. 18 von mir beschrieben.

ubstanz der Hornhaut sind, dass wir sie in diesem Zustande gar nicht sehen önnen.

Es ist aber wichtig, zu wissen, dass, wenn die Hornhaut einmal ihre öllige Homogenität einzubüssen anfängt, wie das bei den Beobachtungen nter humor aqueus in der feuchten Kammer allmählich geschieht, doch die Hornhautkörperchen nicht sofort auch ihre Lebenseigenschaften einbüssen.

Es gelingt vielmehr noch zu der Zeit, wo dieselben schon deutlich sichtbar sind, sich von ihrer Contractilität zu überzeugen. Spontane Formveränderung unter Umständen, unter welchen sie Kühne[1]) sah, und die nach seinen Angaben sehr träge erfolgen sollen, so dass man sich ihrer nur mittelst des Zeichenprismas versichern kann, habe ich zwar nicht gesehen.

Wohl aber muss ich bestätigen, dass eine Contraction der Hornhautkörperchen durch Inductionsschläge hervorgerufen werden kann; ich müsste damit Kühne's Lehre gegen Engelmann und Andere in Schutz nehmen, wenn ich nicht in der Beschreibung der Erscheinungen so wesentlich von Kühne abweichen müsste.

Anderweitige Erfahrungen[2]) bestimmten mich, vorzüglich einzelne kräftige Oeffnungsinductionsschläge zur Reizung anzuwenden.

Dieselben wurden erhalten von einem Schlittenelectromotor (primäre Spirale 160 W. mit eingelegtem Eisenkern, secundäre Spirale 6245 W.), der durch zwei grössere Chromsäure-Kohlenelemente, die mit den gleichnamigen Polen verkoppelt wurden, in Thätigkeit gesetzt wurde. Die secundäre Spirale war dabei der primären ganz aufgeschoben.

Eine Reihe von solchen Schlägen ergeben eine Verkleinerung des Körpers der Zelle in der Flächenansicht, theilweise Einziehung, hauptsächlich aber nur eine Verschmächtigung der Fortsätze der Zelle.

Diese Erscheinungen am Protoplasma der Zellen sind aber nicht das auffallendste Ergebniss der electrischen Reizung, die auffallendste Erscheinung ist vielmehr die, dass ganz plötzlich in der Hornhaut die Grenzen der v. Recklinghausen'schen Saftcanälchen (Hornhauthöhlen) sichtbar werden, so dass ich die electrische Reizung der Hornhaut als ein wahres Experimentum crucis für die Existenz jener vielbesprochenen Gebilde ansehen muss. Das Sichtbarwerden der Saftcanälchen hängt aber von der früher erwähnten Contraction des Protoplasmas der Hornhautzellen ab.

Wir werden die Erfolge der electrischen Reizung später bei Gelegenheit der Saftcanälchen erst genauer kennen lernen.

Hier ist noch der lebhaften Bewegungen zu gedenken, welche man an den Hornhautkörperchen entzündeter Hornhäute beobachten kann, wenn man frische Hornhäute mit Blutserum anhaltend bespült (Stricker und Norris[3])),

---

1) l. c. p. 125.

2) Golubew, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. V, p. 55 u. 56 und dieses Handbuch, p. 41, 72 u. 73.

3) l. c. p. 4.

ferner des Einziehens der Fortsätze der Hornhautkörperchen nach Applica-
einer 4 % Lösung von phosphorsaurem Natron (v. RECKLINGHAUSEN[1]), wo
Erscheinung nicht leicht als Schrumpfung aufzufassen ist, weil stärker con-
centrirte Lösungen die strahlige Form erhalten.

Im Vorausgehenden finden sich genug positive Angaben über die Horn-
hautkörperchen, neben welchen die von SCHWEIGGER-SEIDEL vertretene An-
schauung über diese Gebilde nicht bestehen kann.

Auf zwei Versuche SCHWEIGGER-SEIDEL's, die zur Isolirung seiner Fi-
führen sollen, nämlich die Injection der Hornhäute mit Jodserum, Zucker-
wasser oder verdünntem Alkohol durch Einstich, ferner das Kochen der Horn-
haut in salzsäurehaltigem Alkohol, werden wir später zurückkommen.
Ebenso sollen die Hoyer'schen Linien in den Saftcanälchen, auf welche sich
SCHWEIGGER-SEIDEL stützt, später besprochen werden.

Im Hinblick auf die vielen Mittel, welche wir besitzen, um das Proto-
plasmanetz der Hornhaut zur Anschauung zu bringen, ferner im Hinblick auf
die typische Wiederkehr der Erscheinungsweise jenes Protoplasmanetzes in
allen untersuchten Hornhäuten wird es demjenigen, welcher Analogieschlüsse
dort als Hülfsmittel des Denkens verwendet, wo dieselben wirklich zulässig
sind, ganz aussergewöhnlich kühn erscheinen, dass SCHWEIGGER-SEIDEL der
nächst liegenden Analogie zum Trotz den Versuch macht, die strahligen Horn-
hautkörperchen als vorgetäuschte Zellen zu erklären, bedingt durch die Ab-
scheidung einer eigenthümlich vertheilten, interfibrillären Kittsubstanz.

**Das Verhalten der Hornhautkörperchen bei der Entzün-
dung und die Herkunft der Wanderzellen.** Für die Entscheidung
der eben erst besprochenen Controverse von durchgreifender Bedeutung ist
ferner das Verhalten der Hornhautkörperchen bei der Entzündung. Ehe wir
früher die Wanderzellen verliessen, überblickten wir die verschiedenen An-
sichten, welche sich im Laufe der Zeit über deren Abkunft geltend machten.
Wir wurden dabei zuletzt auf die Arbeiten von STRICKER und NORRIS[2]
geführt.

Die Letzteren haben nachgewiesen, dass geätzte Hornhäute in verschie-
denen Zeiten nach der Aetzung mit Goldchlorid behandelt, welches die Wan-
derzellen ebenso schön färbt wie die Hornhautkörperchen, Bilder ergeben,
welche eine bedeutende Kernvermehrung in den Hornhautkörperchen darthun.
Die Hornhautkörperchen wandeln sich in mehrkernige Klumpen um, und an-
dere Bilder machen es durch das relative Verhältniss der Hornhautkörperchen
und der Wanderzellen an demselben Orte in hohem Grade wahrscheinlich,
dass die letzteren durch das Stadium der mehrkernigen Klumpen hindurch
aus den ersteren sich entwickeln.

Geätzte Hornhäute, in der Jodkammer untersucht, ergeben die schönste
Ansicht der von STRICKER und NORRIS beschriebenen Bilder. Ja man kann

1) VIRCHOW's Archiv. Bd. 28, p. 179.
2) l. c.

urch die Jodabsorption leichter und vollkommener alle Uebergangsstadien rfolgen. Dabei ist es sehr räthlich, ausser den Versuchen an mit Argentum tricum geätzten Hornhäuten oder an solchen, welche durch Einziehung von lden sich entzündeten, auch Versuche so anzustellen, dass das Jod selbst och als Entzündungsreiz wirkt.

Man bringe z. B. den frisch abgeschnittenen Froschschädel in toto, nachem man vorher die Nickhäute ausgeschnitten auf passender Unterlage in eine rössere Jodkammer und lasse ihn dort bis zur völligen Bräunung der Hornäute liegen, was einige Stunden währt. Dann untersuche man die auseschnittene Hornhaut mit humor aqueus nach Entfernung des vorderen Epithels. Man erhält ein sehr merkwürdiges Bild. Die Kerne der Hornhautkörperchen haben ihre gewöhnliche Form verloren, sie erscheinen in den merkwürdigsten langgestreckten, eingekerbten, verästigten Formen und sehr glatt und glänzend. Einzelne Kerne erscheinen tief eingeschnitten, andere schon wirklich in mehrere kleinere, rundliche Kerne zerfallen. Die erst erwähnten Bilder stimmen offenbar mit jenen Kernbildern überein, welche F. A. Hoffmann[1]) in entzündeten Hornhäuten erwähnt, und von denen er angiebt, dass sie ganz wie Wanderzellen aussehen, und dass er sie für contractil gewordene Theile des Protoplasmas der Sternzellen halte.

Bringt man einen aufgebundenen lebenden Frosch, dem die Nickhäute ausgeschnitten wurden, mit dem Kopf in ein Gefäss, welches befeuchtete Jodstücke enthält, und setzt die Hornhäute so der Einwirkung von Joddämpfen aus, dann dauert es gewöhnlich lange, bis eine intensivere Jodfärbung im Auge auftritt, es lassen sich aber die ausgeschnittenen Hornhäute in der Jodkammer noch nachfärben. An Hornhäuten so behandelter Frösche lassen sich die Uebergangsstadien zwischen Hornhautkörperchen und Wanderzellen sehr ausgezeichnet verfolgen.

An mit Argentum nitricum geätzten Hornhäuten, welche in der Jodkammer in grosser Zahl untersucht wurden, fanden sich, wie schon angeführt, im Allgemeinen die Bilder von Norris und Stricker bestätigt. Man sieht aber auch, dass in Hornhäuten, für welche alle zu beherrschenden Bedingungen völlig gleich erhalten wurden, sehr mannigfaltige Entzündungsbilder auftreten, wie das Stricker[2]) hervorhebt, und was sehr wichtig ist, man wird sich auf das Allerentschiedenste davon überzeugen, dass in einzelnen Fällen zu einer Zeit, wo die Hornhautkörperchen um die geätzte Stelle noch keine oder nur geringe Proliferationserscheinungen erkennen lassen, vom Rande her eine massenhafte Eiterinfiltration beginnen kann, welche dagegen in anderen Fällen vollständig fehlt. Im ersteren Falle sieht man dann Bilder, wie sie Cohnheim in Bezug auf das Verhältniss von Hornhautkörperchen und Eiterkörperchen vorgelegen haben mögen.

1) l. c. p. 212.
2) Studien, p. 24.

So unzweifelhaft es also ist, dass Eiterbildung von den Hornhaut-[illegible]chen ausgehen kann, und so sehr das für die protoplasmatische Na[illegible] letzteren entscheidend ist, so sicher ist es auch, dass eine Eiterinfil[illegible] der Hornhaut sich ausbilden kann, ohne dass sich auch schon die Horn[illegible]körperchen beim Zustandekommen derselben betheiligt hätten.

Es müssen für die Wanderzellen der Hornhaut zweierlei Quellen [illegible]nommen werden, und hat man nicht alle Stadien einer bestimmten [illegible]dung vom Anfange bis zu einem gegebenen Zeitmomente verfolgt, dann [illegible] es im gegebenen Falle nicht leicht möglich sein, anzugeben, wie viel [illegible] einen, wie viel aus der anderen Quelle herrührt, wie viel auf Kosten [illegible] Theilung schon vorhandener Wanderzellen (Stricker [1]) selbst entstanden.

Für die in der normalen nicht entzündeten Hornhaut vorhandenen W[illegible]derzellen ist eine Provenienz aus den Hornhautkörperchen nicht nachgewie[illegible] Die Zellen, welche die unmittelbar zwischen vorderem Epithel und Horn[illegible]gewebe gelegenen Eruptionsknötchen bei der Keratitis phlyctaenularis bi[illegible] und welche den Nerven entlang an jenen Ort gelangen (Iwanoff [2]), sch[illegible] nur aus dem Blute abstammende Einwanderer zu sein.

Die fibrilläre Substanz (fibrillärer Theil der Grundsubstan[illegible] Hornhautgewebes. Die fibrilläre Substanz des Hornhautgewebes stel[illegible] an Masse alle anderen überwiegenden Bestandtheil desselben dar.

Zu einer Zeit, wo man die in der Hornhaut vorhandenen Zellen noch [illegible] beachtete, aber von dem Mikroskope für die Untersuchung der thierischen G[illegible] schon einen sehr erfolgreichen Gebrauch machte, wurde die Substanz der [illegible] propria als ein bloss aus Faserbündeln zusammengesetztes Gewebe betr[illegible] (Valentin [3]), Donné [4]), Henle [5]), Pappenheim [6]), Brücke [7]) u. And.)

In älterer Zeit wurde der Hornhaut vorzugsweise ein blättriger Bau [illegible]schrieben, so besteht sie nach Haller aus vielen Blättern.

Diese Laminae corneae der älteren Anatomen schienen nun, wie in [illegible] Bewährung wieder in den Vordergrund zu treten, als Todd und Bowman [illegible] Cornea propria als »lamellöse Hornhaut« bezeichneten und eine Reihenfolg[illegible] mehr als 60 Lamellen an der menschlichen Cornea unterschieden.

Todd und Bowman bezeichneten aber ihre Hornhautlamellen als »eine [illegible]thümliche Modification des weissen Fasergewebes« (fibrillären Bindegewebe[illegible] Sclerotica, in welches die Lamellen continuirlich übergehen sollen. Die ein[illegible] Lamellen sollen ferner durch zahlreiche Brücken ähnlicher Natur so innig verb[illegible] sein, dass es unmöglich ist, eine einzelne Lamelle auch nur über ein k[illegible] Stückchen der Cornea zu verfolgen. Wenn man diese Beschreibung über[illegible]

1) l. c. p. 18.
2) Klinisches Monatsblatt für Augenheilkunde VII. Jahrgang p. 462.
3) Repertorium der Physiologie, 1836. p. 311.
4) A. Institut. 1837. Nr. 220.
5) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. p. 320.
6) Specielle Gewebelehre des Auges. Breslau 1842. p. 55.
7) l. c. p. 9.
8) The physiological Anatomy and Physiology of man. London 1845 u. 1847. p. [illegible]

h drängt sich zunächst die Frage auf, ob bei einem Sachverhalt, wie der von
MAN geschilderte, die Bezeichnung »lamellöse Hornhaut« nicht eine schlecht-
ählte sei. In ähnlicher Weise beschreibt BOWMAN [1]) später das Fasergewebe.
gleich man nun für den mikroskopischen Nachweis einer lamellösen Struktur der
nhaut BOWMAN citirt findet und von den Bowman'schen Lamellen spricht, so
doch ein lamellöser Bau der Hornhaut, für welchen man diese Bezeichnung in
rer und consequenter Weise wählen müsste, erst im Jahre 1852 von HENLE [2])
gegen seinen früheren Ansichten vertheidigt worden.

»Homogene Lamellen«, deren Zahl (etwa 300) aber die Schätzung von TODD
d BOWMAN weit übersteigt, und die alle der Hornhautoberfläche parallel laufen,
llten darnach die Grundlage der Hornhaut bilden. Eine weitere Ausführung der
maligen Anschauungen HENLE's findet sich bei DORNBLÜTH [3]).

Eine andere Ansicht über den Bau des Hornhautgewebes suchte kurz vor
NLE's späterer Lehre Fuss zu fassen, als im Gefolge der VIRCHOW'schen Lehre
er die Gewebe der Bindesubstanz die REICHERT'sche Annahme von der Structur-
sigkeit des faserigen Bindegewebes in der Gegenübersetzung der Bindegewebs-
rperchen und der als reine Intercellularsubstanz betrachteten Grundsubstanz
brilläre Substanz) eine wichtige genetische Unterstützung zu erhalten schien.
ach die Grundsubstanz des Hornhautgewebes sollte nur eine durch die einge-
gerten Zellen in Bänder und Streifen zerlegte structurlose Masse sein. (STRUBE.) [4])
ber schon HIS [5]) vollzog durch seine mit fakultativer Spaltbarkeit begabten Hornhaut-
mellen wieder eine Annäherung an die ältere Lehre. Den beiden letzterwähnten
nsichten gegenüber hielt KÖLLIKER [6]) die Lehre von der Faserigkeit der Hornhaut
ifrecht. CLASSEN [7]) und ROLLETT [8]) vertheidigten ebenfalls den faserigen Bau der
ubstantia propria corneae, und in neuerer Zeit thun ENGELMANN [9]) und SCHWEIGGER-
EIDEL [10]) dasselbe. Inzwischen hatten nun auch LANGHANNS [11]) unter HENLE's Lei-
ing und HENLE [12]) selbst eine Zusammensetzung der früher als homogen betrach-
ten Lamellen aus feinsten Fasern constatirt. Es findet sich aber bei HENLE ausser
er mit Recht accentuirten Angabe eines blätterigen Gefüges der fibrillären Sub-
anz der Hornhaut noch immer die nicht zu rechtfertigende und erkünstelte Unter-
cheidung secundärer und primitiver Hornhautlamellen [13]) vor.

Es wird jetzt allgemein dem Hornhautgewebe ein faseriger Bau zuge-
chrieben.

Man wird in der That, wenn man ein aus der Mitte einer frischen Cornea
erausgeschnittenes kleines Stückchen unter Wasser zerzupft, immer auf ge-
treifte Bänder oder Balken geführt und auf schmalere Faserzüge oder einzelne

1) Lectures etc. p. 10.
2) CANSTATT's Jahresbericht für 1852. Bd. I, p. 26 u. 27.
3) HENLE und PFEIFFER, Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F. Bd. VII u. VIII,
. 212 u. 156.
4) l. c.
5) Beiträge etc. p. 12 u. d. f.
6) Mikroskopische Anatomie, II. Bd. 2. Hälfte, p. 608-610, u. p. 613-615.
7) Ueber die Histologie der Hornhaut. Rostock 1858, p. 25.
8) Sitzungsbericht der Wiener Academie. Bd. XXIII, 1859. p. 516.
9) l. c. p. 1 u. 5-6.
10) l. c. p. 307 u. d. f.
11) l. c. p. 9.
12) Eingeweidelehre. p. 595.
13) l. c. p. 592 u. 593.

Fasern, welche sich als Theilproducte der ersteren zu erkennen geben ... man die durch solche mechanische Präparation erhaltenen Bündel und Fa... als präformirt ansah, hat eben zur Lehre vom faserigen Bau der Hornhaut ... führt. So wie die Bündel und Fasern des fibrillären Bindegewebes ... lassen sich auch die des Hornhautgewebes nicht bloss auf mechanisch... Wege, sondern auch mittelst gewisser chemischer Reagentien isoliren, ... hier wie dort auf diese Weise den Einwendungen, welche man gegen ... Präformation der Fibrillen erhoben hat, auf das wirksamste begegnet we...

Am besten gelingt die fibrilläre Zerlegung des Hornhautgewebes d... eine Lösung von übermangansaurem Kali oder einem Gemenge dieses ... Alaun (ROLLETT [1]), Mittel, welche auch das fibrilläre Bindegewebe sehr s... auffasern. Damit behandelte Hornhautstücke bräunen sich und zerfallen ... beim Schütteln mit Wasser in längsgestreifte bandartige Bündel (Fig. 3... und diese entsprechend der Längsstreifung in kleinere Abtheilungen ... einzelne Fibrillen.



Fig. 381. Aus einander gewaschenes Stückchen Hornhautgewebe aus einer mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhaut vom Ochsen schwach vergrössert.

Die zergliedernde Wirkung des üb... mangansauren Kali beruht darauf, das... Substanz der Hornhautfibrillen der ... setzung länger widersteht, als die üb... Substanzen der Hornhaut: der interfibri... Theil der Grundsubstanz und die Zelle...

Mit übermangansaurem Kali beh... delte Stücke von Hornhautgewebe g... keine sogen. Xanthoproteinsäure-Rea... (ROLLETT) [2]), während das bei Stücken ... schen Hornhautgewebes der Fall ist; ... färben sich durch und durch gelb ... Kochen mit Salpetersäure und Zusatz ... Ammoniak.

Auch Maceration von Schnitten fris... Hornhaut in 10 %iger Kochsalzlösung m... die Fibrillen leicht isolirbar (SCHWEIGGER-SEIDEL) [3]), dabei geht in die K... salzlösung Myosin über, welches daraus durch Eintragen gepulverten K... salzes oder durch Wasserzusatz gewonnen werden kann.

Zuerst hat BRUNS [4]) das Myosin aus der Hornhaut extrahirt und es aus ... Hornhautkörperchen abgeleitet. Er glaubte damit der von KÜHNE nachgewiese... Contractilität der Hornhautkörperchen eine chemische Unterstützung verschafft ... haben. SCHWEIGGER-SEIDEL [5]) widerspricht allerdings unter dem Eindrucke ...

1) l. c. p. 519.
2) l. c. p. 523 u. 524.
3) l. c. p. 308 u. 352.
4) Medicinisch chemische Untersuchungen. Herausg. von F. HOPPE-SEYLER. 2tes ... Berlin 1867. p. 260.
5) l. c. p. 352.

ihm vertheidigten Lehre von den Hornhautzellen der Annahme, dass das Myosin den Zellen herstamme. Kühne[1]) giebt an, dass wässerige Extracte der Hornhaut sehr viel Paraglobulin enthalten, welches wahrscheinlich auch aus den Körperchen herrühre. A. Schmidt[2]) erzeugte durch Zusatz frischer Hornhautstücken Gerinnung in Transsudaten. Funke[3]) will im wässerigen Extract der Hornhaut Natronalbuminat, Albumin und Casein nachgewiesen haben. Alkalialbuminat erhielt auch Bruns[4]) aus wässerigem Hornhautextract und leitet diesen Eiweisskörper aus der die Grundsubstanz durchtränkenden Flüssigkeit her. Wie aus dem Angeführten ersichtlich ist, gehört eine Kenntniss der Vertheilung der Eiweisskörper in der Hornhaut noch zu den frommen Wünschen. Auch ist nicht bewiesen, dass mit den in den genannten Extracten enthaltenen Eiweisskörpern alles aus der Hornhaut entfernt ist, was zerstört wird, wenn übermangansaures Kali die sog. Xanthoproteinsäurereaction in der Hornhaut zum Verschwinden bringt.

Die Fibrillen des Hornhautgewebes sind sehr fein (höchstens 0,0001 Mm. dick, Engelmann[5])) und zu breiten, aber dünnen bandartigen Bündeln geordnet, welche in den meisten Theilen der Hornhaut mit der Bandfläche den Hornhautoberflächen parallel oder wenig von dieser Richtung abweichend verlaufen. In diesen Theilen der Hornhaut liegen derlei Bänder in dünnen Schichten über einander. Die Richtung der Fibrillen in den über einander liegenden Bändern ist eine wechselnde, sie kreuzen sich unter verschiedenen Winkeln oft völlig rechtwinklig, Fig. 382, die über einander liegenden Bänder hängen durch Fibrillen, welche von einem Band in das andere übergehen, an zahlreichen Stellen sehr innig mit einander zusammen.


Fig. 382. Zwei Hornhautbündel mit gekreuzter Faserrichtung aus einer mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhaut vom Ochsen.

In der Nähe der äusseren Oberfläche des Hornhautgewebes bei einzelnen Thieren früher beginnend als beim Menschen nehmen aber die Faserbündeln der Hornhaut eine geneigte Lage gegen die Oberfläche an, sie schieben sich dabei sehr innig durch einander und werden auf einem Schnitte der Hornhaut senkrecht zur Oberfläche derselben in den verschiedensten Richtungen getroffen. (Fig. 383.)

Man hat die auf solchen Schnitten der Länge nach getroffenen Bündel, welche im geschwungenen Verlaufe aus tieferen Schichten der Hornhaut gegen die Oberfläche aufsteigen, mit Unrecht als etwas von der fibrillären Substanz der Hornhaut Verschiednes betrachten wollen. Die sogenannten Stützfasern oder Fibrae arcuatae sind nichts Anderes, als Fibrillenbündel

1) Lehrbuch der physiologischen Chemie. p. 386.
2) Archiv von Reichert und du Bois. 1861. p. 675.
3) Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. 1858, Bd. II. p. 160.
4) l. c. 5) l. c. p. 1.

von dem erwähnten abweichenden Verlaufe. Sie sind sehr schön z
auf Durchschnitten von Hornhäuten, welche man in 92 Vol. %, Alkoh
mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt wurde, gehärtet hat.



Fig. 383. Schnitt aus einer in verdünntem Alkohol gehärteten Hornhaut vom Ochs Wasser liegend. *a* innerste Schichte des vorderen Epithels, *b* äussere Lage des Horn gewebes mit den Fibrae arcuatae (Stützfasern).

Solche Schnitte auf Korkunterlagen mit möglichst scharfem Messer einem Zuge angefertigt und unter Wasser beobachtet, zeigen zugleich, d die Substanz zwischen den Fibrae arcuatae eine feine punktförmige Zeichn darbietet.

Diese Zeichnung entspricht quergetroffenen Faserzügen. In gleicher W sieht man an den auf die genannte Weise bereiteten Hornhautschnitten die parallel der Oberfläche der Hornhaut geordneten Bänder der tie Schichten des Hornhautgewebes theils der Länge nach, theils quergetr und im letzteren Falle anstatt der den Fibrillen entsprechenden Strei ebenfalls eine feine Punktirung. Diese quergetroffenen Bänder ersche aber begrenzt. Sie stellen lange dünne Streifen zwischen den darüber darunter liegenden dünnen längsgestreiften Lagen vor, die sich über spitzen Enden des dem Querschnitte entsprechenden Streifens zusam neigen. Ueber das Bild der quergetroffenen Bänder der Hornhaut vergl man auch Henle [1]) und Schweigger-Seidel [2]).

Zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen erscheinen die quergetroff Bänder in allen Azimuthen dunkel, während die längs und schräggetroff Bänder abwechselnd hell und dunkel erscheinen (His [3])). Die optische fällt also mit der Faserrichtung zusammen; vergleiche Boeck [4]) und Mül Die Hornhaut im Ganzen, möglichst faltenlos und in natürlicher Wölbung schen gekreuzten Nicol'schen Prismen untersucht, ergiebt ein dunkles Kr

1) Eingeweidelehre. p. 595. Fig. 454.
2) l. c. p. 309 u. Fig. 1 u. 3.
3) l. c. p. 28 u. f.
4) Taf. II, Fig. 1.
5) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3te Reihe. X. Band, p. 173.

Brewster[1], Valentin[2]), welches beim Drehen der Hornhaut um eine im Scheitel der Hornhaut auf ihren Oberflächen senkrecht stehende Axe (Augenaxe) seine Lage nicht ändert.

Es weist das auf ein Ueberwiegen der in meridionaler Richtung verlaufenden Faserzüge oder Faserzugstrecken über alle anderen Faserrichtungen in der Hornhaut hin. Die Erklärung des Kreuzes unter der letzteren Voraussetzung ist die folgende. In jedem der doppeltbrechenden Meridiane geht die eine Polarisationsebene durch die Axe (Augenaxe) der Hornhaut, die andere Polarisationsebene aber liegt in der Richtung senkrecht zur ersteren. Zwischen gekreuzten Nicols werden alle jene Meridiane dunkel erscheinen müssen, deren Polarisationsebenen mit denen des Analysirers und Polarisirers zusammenfallen, die dazwischen liegenden Meridiane aber werden desto heller werden, je mehr sie sich von den dunklen Meridianen entfernen[3].

Wir müssen nun noch die unmittelbar unter dem äusseren Epithelium gelegene Schichte des Hornhautgewebes etwas näher betrachten. Sie nimmt sich auf dem Durchschnitt der menschlichen Hornhaut so aus, wie es in Fig. 377 zwischen *bb'* dargestellt ist.

Es wurde schon früher auf die Aehnlichkeit des Ansehens dieser Lage mit dem der Descemetischen Haut hingewiesen. Man hat sie auch als Analogon der Descemetischen Haut betrachtet, und als solches wird sie von Bowman[4]) als Lamina elastica anterior, von Henle[5]) als äussere Basalmembran beschrieben.

Die Existenz dieser Schichte kann nicht geläugnet werden, und es beruht auf einem Missverständnisse, wenn Langhanns[6]) auch mich unter jenen anführt, welche sie geläugnet hätten.

Ich habe aber geläugnet[7]) und läugne auch jetzt noch, dass jene Schichte das Verhalten der Descemetischen Membran darbietet. Sie verdient darum auch die oben citirten Namen nicht. Man könnte sie mit J. Arnold[8]) die subepitheliale Schichte des Hornhautgewebes oder aber vordere Grenzschichte (Reichert) des Hornhautgewebes nennen.

Diese Schichte zerfällt an mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhäuten des Menschen und verschiedener Thiere in dieselben Fibrillen, wie die ganze übrige Substanz des Hornhautgewebes, während gleichzeitig die Descemetische Membran unter demselben Einfluss ihre später zu erwähnende elastische Einrollbarkeit, ihren splitterigen Bruch und ihr strukturloses Ansehen beibehält. Die vordere Grenzschichte[9]) des Hornhautgewebes ist nur

1) Philos. Transactions 1846. p. 345.
2) Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirtem Lichte. Leipzig 1864. p. 270.
3) Vergleiche v. Lang, Ueber das Kreuz, das gewisse organische Körper im polarisirtem Lichte zeigen etc. Poggendorff's Annalen, Bd. CXXIII.
4) l. c. 5) l. c. p. 605. 6) l. c. p. 19. 7) l. c. p. 524 u. 525.
8) Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen. Heidelberg 1860.
9) Sie stellt in dieser Beziehung das Analogon dessen dar, was bei der äusseren Haut als corpus papillare, von Henle als intermediäre Haut, von Krause als oberflächliche

besonders dicht aus vielfach in einander greifenden Fibrillen, die sich direct unter verschiedenen Winkeln durchflechten, zusammengefügt.

Die vordere Grenzschichte des Hornhautgewebes ist nicht überall g breit. Man findet sie sehr entwickelt beim Menschen, wenig entwickelt sie beim Schaf, beim Rind und beim Schwein, besser wieder beim Hund bei der Katze.

Nach der im Früheren gegebenen Darstellung des Baues der Grundsubstanz der Hornhaut ergiebt sich, dass von Hornhautlamellen eigentlich nicht die Rede sein kann. Man müsste denn die glatten Bündel selbst als Lamellen bezeichnen, was wohl geschehen, aber nicht entsprechend ist.

Der Anschein eines lamellösen Baues und die namentlich an in verdünntem Alkohol oder in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Hornhäuten leicht erweisliche Spaltbarkeit der Hornhaut in der Richtung der Hornhautoberfläche rührt her von der flächenhaften Anordnung und Uebereinanderschichtung der glatten Faserbündel der Hornhaut, diese hängen aber vielfach in der Richtung senkrecht zur Oberfläche durch übertretende Fibrillen zusammen; über die die erwähnte Spaltbarkeit unterstützenden unzusammenhängenden Stellen der über einander liegenden Bündel soll im Nachfolgenden noch gesprochen werden.

Die Fibrillen der Hornhaut und die daraus gebildeten Bündel quellen in Wasser an, dabei verdicken sie sich. In Säuren (Essigsäure, Holzessig, sehr verdünnter Salzsäure) quellen sie ebenfalls, namentlich der Dicke nach, die Fibrillen und Bündel drängen sich dabei innig an einander, ihre Streifung geht verloren, und dadurch werden die Zellen, welche ein körniges Ansehen gewinnen, in ähnlicher Weise wie das mit den Zellen von mit Säuren behandeltem Bindegewebe der Fall ist, in ihrem Zusammenhange deutlich sichtbar.

In verdünnten Alkalien quellen die Hornhautfibrillen ebenfalls an.

Beim Kochen mit Wasser schrumpft die Hornhaut in radiärer Richtung bedeutend zusammen, sie verdickt sich aber dafür sehr beträchtlich. Es verhalten sich also hier die Fibrillenbündel ganz so wie beim Bindegewebe, und hier wie dort werden, wenn man kurz abgekochte Hornhäute trocknet und Schnitte daraus anfertigt, in den wieder aufgeweichten Schnitten die Zellen deutlich sichtbar, man hat sich in früherer Zeit dieser Methode zum Nachweis der Hornhautkörperchen vielfach bedient.

Sowohl beim Anquellen in Säuren als auch beim Kochen werden durch die Masse der in der Richtung der Hornhautoberfläche verlaufenden Bündel, welche senkrecht auf die erwähnte Richtung sich bedeutend verdicken, diejenigen Bündel, welche im geneigten Verlaufe zur Oberfläche aufsteigen, in

Schichte des Corium, von Bowman als basement membrane oder tunica propria cutis, von Kölliker und Gerlach als oberste Schichte des Corium, von Virchow als oberflächliche Schichte des Nagelbettcorium, von Leydig als homogene Grenzschichte der Lederhaut behandelt wird, worüber man meine Darstellung, Untersuchungen über die Struktur des Bindegewebes. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. Bd XXX, p. 50, vergleichen möge.

Richtung ihrer Längenaxe gezerrt und gespannt, und auf diese Weise chanisch gehindert [1], sich ebenso wie die anderen Faserbündel der Horn- t zu verdicken und zu verändern, davon rührt aber das eigenthümliche sehen her, welches die sogenannten Fibrae arcuatae auf gekochten oder in uren gequollenen Hornhäuten besitzen, nicht aber von einer inneren Ver- hiedenheit zwischen den Fibrae arcuatae und den übrigen Bündeln des ornhautgewebes.

Kocht man andauernd unter Ersatz des verdampfenden Wassers, oder hitzt man die Hornhaut, mit wenig destillirtem Wasser in eine Glasröhre ein- eschmolzen, im Oelbade längere Zeit auf 100° Cels., so löst sich ein beträcht- cher Antheil von der Substanz des Hornhautgewebes auf.

Dabei bleibt die Descemetische Membran durch lange Zeit völlig unver- ndert, während schon nach 4—5stündigem Kochen die fibrilläre Substanz ich vollkommen aufgelöst haben kann, ohne dass eine Elastica anterior zurück bliebe. [2]

Die von den ungelösten Rückständen abfiltrirte Lösung gelatinirt wie die Lösung von Leim.

Die Reactionen der Lösung unterscheiden sich aber von denen einer gewöhnlichen Leimlösung.

Joh. Müller [3]) erklärte die in der Lösung enthaltene Substanz für identisch mit dem Chondrin aus Hyalinknorpeln.

Dieser Angabe wurde aber später widersprochen.

Wäre der Cornealeim identisch mit dem Chondrin der Hyalinknorpel, dann müsste man das Chondrin in der That aus zwei verschiedenen Muttersubstanzen herleiten, denn die fibrilläre Substanz der Hornhaut verhält sich gegen Wasser, Säuren und Alkalien wesentlich anders als die Grundsubstanz des Hyalinknorpels.

Sie stimmt in letzterer Beziehung weit mehr mit den Fibrillen des Bindegewebes überein, dass sie indess auch von diesen sich wesentlich unterscheidet, soll später (p. 1141) gezeigt werden.

Nach Kühne [4]) unterscheidet sich der Cornealeim von dem Chondrin nur durch die Nichtfällbarkeit mit Bleiessig und durch die stärkere Trübung mit Gerbsäure. His [5]) wollte gefunden haben, dass der Cornealeim zum Unterschiede vom Chondrin im Ueberschuss der Fällungsmittel sich leicht wieder löst. Bruns [6]) erhielt aber andere Resultate. Er konnte ferner zwar aus Cornealeim durch Erhitzen mit Salzsäure keinen Knorpelzucker (Chondroglycose) abspalten, dagegen fand er die specifische Linksdrehung nahe übereinstimmend mit der des Chondrin. Schweigger-Seidel [7]) erhielt endlich von Cornealeim vorher mit 10 % Kochsalzlösung extrahirter Hornhäute, dessen Lösungen aber nicht mehr gelatinirten, ein Mal keine Chondrinreactionen, das andere Mal, bei kürzerer Dauer der Kochsalzwirkung, erhielt er

1) Vergl. A. Rollett, Berichte der Wiener Akademie. Bd. XXX, p. 60—66.
2) Vergleiche Schweigger-Seidel, l. c. p. 355.
3) Poggendorff's Annalen. Bd. XXXVIII, p. 513.
4) Physiologische Chemie, p. 386.
5) l. c.
6) l. c. p. 263.
7) p. 355 u. 356.

solche. Wir sind also auch über die chemische Natur der fibrillären Sub Hornhaut und ihre Derivate noch nicht im Reinen.

Ueber das Verhältniss der Zellen des Hornhautgewebes zur substanz desselben; interfibrillärer Theil der Grundsubstanz und Lücken in der letzteren. Natürliche Hohlräume in der Grundsubstanz Hornhaut kommen nur vor in Form der von v. Recklinghausen [1]) nachgewi Safteanälchen (Hornhauthöhlen), und diese letzteren beherbergen die I der Hornhaut.

An mit salpetersaurer Silberlösung behandelten Hornhäuten sind die canälchen zuerst genauer untersucht worden.

Das in die Augen fallende Resultat der Silberbehandlung — wen also absieht von der chemischen Natur des dabei vor sich gehenden Proces scheint mir an der Hornhaut [2]) an gelungenen Silberpräparaten sehr eind Misslungene Silberpräparate können aber, wie ich glaube, hier keinen h Werth für sich in Anspruch nehmen, als misslungene Präparate für je dere Art histologischer Untersuchung.

Gehen wir aus von den negativen (Leber [3])) Silberbildern. Man er sehr schön, wenn man ganz frische Hornhäute der verschiedensten Thi kurze Zeit — die Zeitdauer wird am besten für verschiedene Objecte ders ausprobirt — in verdünnte Lösungen von salpetersaurem (1 Grm. $NAg\Theta_3$ auf 200—800 Cub. Cent. $H_2\Theta$) eintaucht und sie dann in der Wirkung des Lichtes aussetzt, und zwar trägt die rasche Wirku directen Sonnenlichtes wesentlich mit bei, gelungene und überzeugen parate zu erhalten.

Es muss ferner ein längeres Auswässern vor der Untersuchung v den werden. Durch länger währendes Auswässern werden in den präparaten eine Unzahl von verschiedenen und schwer zu erklärenden gewonnen.

Untersucht man die Hornhaut alsbald nach der rasch herbeige Bräunung, dann sieht man in der gebräunten Grundsubstanz weisse von welchen weisse Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen l erstrecken (His [4]), v. Recklinghausen [5])), die Fortsätze anastomosi einander, und es kommt im Grossen und Ganzen ein Bild zu Stande, v an das Protoplasmanetz der Hornhautkörperchen erinnert, nur sind die C der das Netz zusammensetzenden Knoten und Ausläufer mehr buchtig so gerade verlaufend wie z. B. das nach der Goldbehandlung auftretend Vergleiche Fig. 384 mit Fig. 380 *a*.

1) Die Lymphgefässe etc. p. 36—52.

2) Wir wollen damit aber nicht die Silberzeichnungen an anderen Objecte gleichen Beurtheilung anheim geben.

3) l. c.

4) Virchow's Archiv. Bd. XX, p. 207.

5) l. c.

Die Behauptung von His [1], dass die Silberfiguren der Hornhaut mit der stalt der Zellen zusammenfallen, ist unter Umständen ganz richtig. Es ist s aber nicht immer der Fall (v. RECKLINGHAUSEN [2]) und zwar darum, weil s Protoplasma der Zellen sich von den Wandungen der Hohlräume ganz ler theilweise zurückziehen kann. Die Angabe, dass im Allgemeinen die ilberfiguren sich nicht mit den sternförmigen Hornhautkörperchen decken, eil die letzteren an Präparaten in humor aqueus nur mit spärlichen Verweigungen ihrer Ausläufer hervortreten, während die Silberfiguren ein ganz icht geflochtenes Netzwerk darstellen (v. RECKLINGHAUSEN [3])) können wir im Iinblick auf unsere Angaben über das durch Liegen der Hornhaut in der

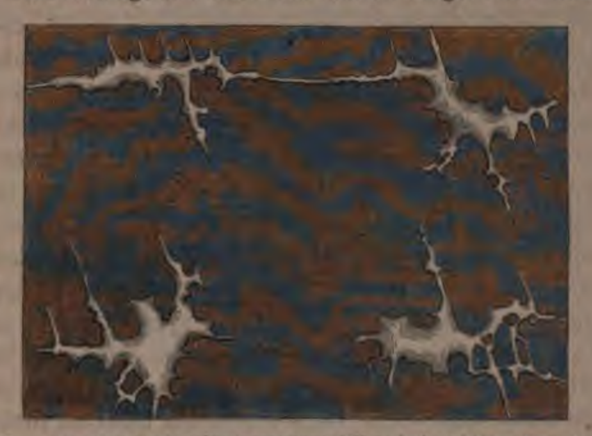


Fig. 384. Aus einer mit salpetersaurem Silber behandelten Froschcornea.

Nickhauttasche, oder im wasserdampfgesättigten Raume oder durch Goldchlorid und durch Joddämpfe hervorzurufende Protoplasmanetz nicht als richtig anerkennen. v. RECKLINGHAUSEN [4]) hat durch Carmintinction in diesen Silberlücken rothe Schollen nachgewiesen, die in einen Theil des Netzwerkes Ausläufer entsendeten, während ein anderer Theil des Netzwerkes leer war oder nur kleine roth gefärbte etwas glänzende Körnchen enthielt. Diese Schollen und ihre Ausläufer und jene rothen Körnchen waren die Reste des Protoplasmanetzes der Hornhaut, welches an Silberpräparaten in sehr verschiedenen Graden der Veränderung sich erhalten kann.

Eine möglichst detaillirte Verfolgung der Silberwirkung von ihrem Beginne an ist für das Verständniss der Silberbilder an der Hornhaut von grösster Wichtigkeit. Es lässt sich eine solche Untersuchung am besten ausführen, wenn man (in 1 Grm. $NAg\Theta_3$ auf 200 Cub. Cent. $H_2\Theta$ enthaltender Lösung) versilberte Hornhäute noch mit Goldchlorid (0,5 Grm. auf 100 Cub. Cent. $H_2\Theta$) behandelt.

1) l. c. und Schweizerische Zeitschrift für Heilkunde, l. c.
2) l. c.
3) Dieses Handbuch, p. 226 u. 227.
4) Die Lymphgefässe, p. 38.

Die braune Färbung der Grundsubstanz verschwindet sofo
tauchen in die letztere Lösung. Setzt man, nachdem die Hornhä
wie bei directem Vergolden in der Lösung gelegen haben, dies
Essigsäure schwach angesäuertem Wasser der Wirkung des Lic
färben sie sich sehr rasch blau. Diese Reduction wird, wie ma
dem Mikroskope leicht überzeugt, von der Grundsubstanz bew
blauen Grundsubstanz erscheinen dieselben Sterne und ihre
wie in den Silberbildern. Wesentlich ist aber, dass durch die l
mit Goldchlorid Zellsubstanz und Kerne, wo dieselben noch e
durch ein deutlich körniges Ansehen und eine leicht gelbe Farbe l
Man wird sich so überzeugen, dass, wenn das salpetersaure
kurze Zeit gewirkt hat, in den hellen Lücken der Grundsub
Lücken und ihre Ausläufer ausfüllend, die Hornhautkörperchen a
etwas gequollenem Zustande noch deutlich sichtbar sind. Hat
des Silbers länger gedauert, oder wurden, was aber zu vermei
Hornhäute zu lange ausgewässert, dann erscheinen die Zellen un
läufer noch mehr gequollen und dadurch auch die Lücken in
substanz entsprechend verändert. Hat das Silbersalz noch län
dann erscheinen die Lücken in der Grundsubstanz auch an den
vergoldeten Hornhäuten leer, die Zellen sind zerstört. Wir we
noch einmal auf solche Präparate zurückkommen. Auch die Ha
tinction versilberter Hornhäute ist für den genannten Zweck zu
aber der combinirten Silber- und Goldbehandlung nicht vorzuzieh

Ich habe früher (p. 1103) angeführt, dass bei der electrischen
Hornhaut als auffallendste Erscheinung das Sichtbarwerden der
Höhlungen in der Grundsubstanz sich geltend macht[1]. Bei der Deut
welcher ich das Phänomen wahrnehme und jederzeit ohne Fehl d
kann, ist mir schwer erklärlich, dass man bisher dasselbe nicht b

Man brücke eine frisch ausgeschnittene Hornhaut unter hu
desselben Auges über Platinelectroden und bedecke mit einem am
fetteten Deckgläschen. Dann applicire man langsam einzelne Oeffnu
wie oben angeführt, und man wird sehr bald in der Hornhaut,

tenpunkten die kerntragenden Mittelstücke der strahligen Hornhaut-
erchen sich befinden. Das zeigt sich ganz deutlich, wenn man jetzt sucht,
ein Hornhautkörperchen scharf einzustellen, man sieht dann, wie in
385 das feinkörnige Protoplasma des Körperchens von der weiteren Höh-
g, in welcher es liegt, zurückgezogen, die Form der Höhlung im Allge-
inen nachahmend und lassen sich in einzelne der von der Höhlung aus-
enden Ausläufer auch verschmälerte Ausläufer des Protoplasmas des
rperchens hinein verfolgen. Alles in Allem hat man von dem Verhältniss
s Protoplasmas zu den Höhlungen der Grundsubstanz in diesem Falle ein
nz ähnliches Bild, wie es in vielen Fällen an embryonalen Knochen zwischen
ochenhöhlen und den in denselben gelegenen Zellen vorkommt.

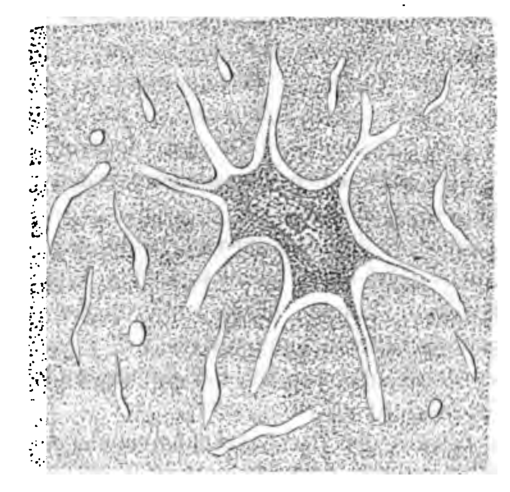


Fig. 385. Aus einer mit starken Inductionsschlägen gereizten Hornhaut vom Frosche (starke Vergrösserung).

Man sehe nur, dass man sich an einem gelungenen Versuch obiger Art, und mir gelingt der Versuch, wie gesagt, nahezu jedes Mal, von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugt. Man besehe sich das erwähnte Bild mit einer starken Tauchlinse. Man behandle dann die gereizten Hornhäute rasch mit Joddämpfen oder vergolde sie und vergleiche die dabei erhaltenen Bilder mit denen ungereizter Hornhäute, und man wird über die in der Hornhaut vorkommenden Verhältnisse nicht mehr länger im Zweifel sein können. Die Hornhauthöhlen, welche so zum Vorschein kommen, können nicht aus der Anordnung der fibrillären Substanz der Hornhaut allein erklärt werden.

Entweder ist in dem Hornhautgewebe ein von einer besonderen Haut begrenztes Canalwerk zugegen und die Membran des letzteren, von deren Innenseite sich das Protoplasma zurückziehen kann, ist an und für sich formbeständig oder an ihrer Aussenseite mit der fibrillären Substanz fest verbunden oder aber die Hornhauthöhlen sind in eine zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln vorhandene Substanz eingegraben; sie stellen ein di

[illegible] durchlöcherndes Netz von Hohlräumen mit erweiterten [illegible] punkten [illegible] und dieses System von Höhlungen wird von den [illegible] der Hornhautkörperchen unter Umständen völlig, unter Umständen unvollkommen ausgefüllt.

Die Membran, welche die erstere Anschauung fordert, eine [illegible] Zellhaut oder Begrenzungsmembran des Zellenmeshes der Hornhaut [illegible] in [illegible] Präparaten, weder in [illegible] Contouren optischer Durch[illegible] noch an [illegible] und umgebrochenen Fetzen der zerrissenen [illegible] constatiren. Was die zweite Anschauung betrifft, so kann sie uns das [illegible] [illegible] Hornhaut völlig erklären.

Die Deutung der Silberbilder und anderer Imprägnationsbilder der [illegible] — immer nur mit Rücksicht auf das morphologische Bild, welches [illegible] erhält, — [illegible] in allgemeinen Zügen auch keinen Schwierigkeiten. [illegible] man dabei immer die drei Factoren: Protoplasmanetz, Hornhautkörperchen [illegible] von den Fibrillen durchzogene Substanz, in welche die Höhlungen [illegible] erscheinen, berücksichtigt. Auf den Chemismus, namentlich [illegible] kann hier nicht näher eingegangen werden, keine der [illegible] aufgestellten Hypothesen ist befriedigend.

Dass, wie Gussenbauer[1] neuerlich nachwies, in die durch Silberbehandlung der Hornhaut deutlich werdenden Hornhauthöhlen Wanderzellen ge[illegible] und darin sich bewegen können, stimmt mit unserem Befunde [illegible] Ebenso stimmen auch die Untersuchungen Hassays[2], welcher entspre[illegible] der Veränderung der Hornhautkörperchen bei der Entzündung auch die [illegible] Hauthöhlen verändert fand, dazu.

Ob man an der Grenze der Hornhauthöhlen etwas Aehnliches vor[illegible] wie an den Knochenhöhlen[3] und Zahnbeinröhrchen Zahnscheiden[4] [illegible] einzelne Beobachtungen sprechen, bin ich nach meinen bisherigen Isoli[illegible] versuchen zu entscheiden nicht im Stande, ich halte es aber nicht für [illegible] scheinlich.

Eine wichtige Rolle in den Anschauungen über den Bau der Ho[illegible] spielen die Injectionsversuche und die Deutung der damit erhaltenen Res[illegible] Bowman[5], v. Recklinghausen[6], Leber[7], C. F. Müller[8], Schwe[illegible] Seidel[9], Boddaert[10].

---

1 Medicinische Jahrbücher der Gesellschaft der Aerzte in Wien. Jahrg. 1871. [illegible]
2 Anzeiger der Gesellschaft der Aerzte in Wien. No. 3. 1871.
3 Vergleiche dieses Handbuch, p. 91.
4 Vergleiche dieses Handbuch, p. 335.
5 Todd and Bowman. II. p. 19. Lectures p. 13.
6 Die Lymphgefässe etc. p. 41.
7 Monatsblätter für Augenheilkunde. 1866.
8 Virchow's Archiv. Bd. XLI. p. 110. 9 l. c. u. d. folg.
10 Zur Histologie der Cornea. Centralblatt für die medic. Wissenschaft. 1871. [illegible] Dieser Aufsatz ist mir erst während der Correctur dieses Bogens zugekommen. Er ha[illegible] nur veranlasst, in meiner Darstellung den nachstfolgenden Passus (s. d.) zu verände[illegible] Uebrigen muss ich meine Darstellung völlig aufrecht erhalten.

Durch Einstichinjection in die Hornhaut gelang es erst Boddaert (l. c.), es scheint, eine Füllung der Hornhauthöhlen zu erhalten. Ob eine In-on derselben durch Capillaritätswirkung entsteht, wie für die einst ange-menen intracellularen Höhlungen des Hornhautnetzes behauptet wurde Wittich[1]) müsste mit Rücksicht auf die geänderten Anschauungen neu ersucht werden.

Das gewöhnliche Resultat aller Einstichinjectionen ist eine Sprengung des nhautgewebes. Diese Sprengversuche liefern wegen des in der Structur Hornhaut begründeten, regelmässigen, aber nach verschiedenen Rich-igen nicht gleich festen Zusammenhanges der Fasermasse der Hornhaut h eine ganz eigenthümliche Vertheilung der eingetriebenen Masse. Man t aus der letzteren mit Unrecht auf die Existenz langgestreckter, gerader, hriger Hohlräume (Corneal tubes Bowman's[2]), Interlamellarlücken Henle's[3]) er eines netzförmigen Canalwerkes (v. Recklinghausen[4]), C. F. Müller[5]), chweigger-Seidel[6]) in der frischen Hornhaut geschlossen.

Gegenüber den umfangreichen Ueberlegungen, welche die einzelnen utoren über die injicirbaren Räume der Hornhaut angestellt haben, möchte an unsere eben gemachten Angaben vielleicht zu bündig erachten.

Das kommt aber daher, dass der Gegenstand, um welchen es sich handelt, n der That sehr einfach ist, die Schwierigkeiten dagegen sind künstlich hinein-getragen. Einmal durch das in der That kaum begreifliche Bestreben, die öhren- oder netzförmigen Trennungen des Zusammenhanges, wie sie bei der Sprengung der Hornhaut auftreten, zu den Saftcanälchen (Hornhauthöhlen) in Beziehung zu setzen. Zweitens durch die eher verständlichen Anstrengungen in der Hornhaut Lymphräume nachzuweisen, wie man sie ja auch in anderen Geweben gerade durch die Einstichmethode so glücklich auffand.

Zur Sprengung der Hornhaut kann man verschiedene Massen verwen-den. Besser gelingen die Injectionen mit Quecksilber (Bowman) und öligen Massen als mit wässerigen (v. Recklinghausen, Leber). Am meisten zu empfehlen ist Terpentinöl (1 Volumen), gemischt mit Olivenöl (1 Volumen), welches letztere vorher mit ätherischem Auszug von Alkanawurzel gefärbt wurde. Nun injicire man zuerst mit diesem Mittel und überzeuge sich dann, dass andere Injectionsmittel wesentlich denselben Erfolg herbeiführen.

Man erhält bei verschiedenen Thieren verschiedene Resultate. In der Hornhaut vom Schaf, vom Ochsen, vom Kaninchen, vom Frosch erhält man dicht neben einander liegende, nur durch schmale Zwischenräume geschiedene und bündelweise parallel verlaufende Figuren, die spiessartig auslaufen und in ihrem Verlaufe meist über kürzere oder längere Strecken unregelmässige Einschnürungen erkennen lassen, aber nur selten der Quere nach mit einan-

1) Virchow's Archiv. Bd. IX, p. 90 u. 91.
2) l. c.
3) l. c. p. 592, Fig. 448.
4) l. c. 5) l. c. 6) l. c.

der communiciren. Solche Bündel Figuren liegen, unter verschiedenen [illegible] sich kreuzend, über einander.

Beim Frosch, wo die Injection, wenn auch mühevoll, doch gegeben [illegible] sehr gut gelingt, erscheinen die Einschnürungen an den spiessartigen [illegible] rasch auf einander folgend und die Zwischenstücke verhältnissmässig k[illegible]

Im Zusammenhange erscheint das Bild, welches Fig. 386 bei sch[illegible] Vergrösserung darstellt.

Alle Injectionen gelingen an möglichst frischen Hornhäuten am b[illegible] und können die Hornhäute sofort nach der Injection in humor aqueus [illegible] Hartnack Object. 4 und Ocular 3 und mit steigender Vergrösserung [illegible] sucht werden.



Fig. 386. Corneal tubes vom Frosch durch Injection von öliger Masse dargestellt.

Man vergleiche nun das beim Fr[illegible] zu erhaltende Injectionsbild, mit [illegible] Silber- oder Goldbilde, und man [illegible] wenn man nur unbefangen urtheilt, schwer erklären können, dass man [illegible] in allen Fällen die Corneal tubes und [illegible] canälchen als grundverschiedene Ding[illegible] gesehen hat.

Wie beim Frosche, so ist das [illegible] auch bei allen genannten Thieren.

Anders als bei den letzteren ge[illegible] sich das Bild der injicirten Cornea [illegible] Meerschweinchen und beim Hund, dort bildet die injicirte Masse [illegible] die langen spiessförmigen Figuren, sondern es erscheinen unregelmässi[illegible] grenzte breite Flecken, welche durch schmale Brücken mit einande[illegible] sammenhängen. An den Grenzen der Einstichinjection erscheinen [illegible] Flecken oft völlig isolirt, oder aber sie hängen durch sehr schmale Aus[illegible] mit einander zusammen, oder sie treten durch breitere Brücken mit ein[illegible] in Verbindung und bilden ein unregelmässiges Netz, welches sich von [illegible] Parthieen, wo die Injection voller ist und nur kleine Maschen zwische[illegible] communicirenden Flecken übrig bleiben, nur durch die grossen Ma[illegible] unterscheidet.

Solche Netze liegen in vielen Lagen in der injicirten Hornhaut [illegible] einander.

Wo das Netz noch grossmaschig ist bei nicht vollen Injectionen, k[illegible] Bilder sich finden, wie sie C. F. Müller [1]) und Schweigger-Seidel [2]) vom [illegible] und Meerschweinchen abbilden. Es zeigen aber nur beschränkte Part[illegible] gerade jenen Charakter, welcher in den angeführten Abbildungen wi[illegible] gegeben ist. Ob man in solchen Netzen durch Hämotoxylintinction je ein[illegible] regelmässige Kernvertheilung nachweisen kann, wie sie C. F. Müller [3])

1) l. c. Fig. 1. 2) l. c. Fig. 13 u. 14. 3) l. c. Fig. 1.

weigger-Seidel [1]) darin zeichnen, kann ich nicht aus eigener Erfahrung aupten. Mir gelangen solche Bilder niemals, ich halte es aber für möglich, s dieselben in gewissen Fällen zu beobachten sind. Ein besonderer Werth die Beurtheilung des Baues der Hornhaut kommt ihnen aber nicht zu. tschieden bestritten muss es werden, dass in der Hornhaut derselben hierspecies nach der Verschiedenheit des Injectionsdruckes einmal gestreckte iessartige Figuren, das andere Mal Netze erscheinen würden, wie C. F. ller [2]) angiebt, und wie aus einer Stelle bei Schweigger-Seidel [3]) gefolgert erden könnte. Das ist nicht der Fall, bei den zuerst genannten Thieren erhält man unter allen Umständen Spiesse, beim Hund und Meerschweinchen nter allen Umständen Netze.

Viel werthvoller, als die noch erhaltenen Kerne des bei der Injection zerissenen Protoplasmanetzes durch Tinction darzustellen, ist es, dass man sich davon überzeugt, welche Trennungen des Zusammenhanges man in dem Gewebe der Hornhaut durch das Eintreiben des Injectionsmittels hervorgebracht hat. Das gelingt vortrefflich, wenn man die Injectionsmasse wieder aus dem Gewebe entfernt.

Man lege zu dem Ende die mit der oben angeführten Masse injicirten Hornhäute in absoluten Alkohol ein. Dieser färbt sich nur wenig, nach einigen Stunden kann man mittelst eines mit Alkohol befeuchteten Messers dünne Flächen- und Dickenschnitte anfertigen. Diese werfe man in Aether bis zur Extraction der Injectionsmasse, dann in Alkohol, dann in Wasser, und untersuche sie sofort oder nach Behandlung mit Tinctionsmitteln.

Man wird die fibrilläre Substanz der Hornhaut aufgeblättert, die Fibrillenzüge als blättchenartige und ein regelmässiges Fachwerk begrenzende Bälkchen aufgestellt, gegen einander gespannt und mannigfach durchbrochen wahrnehmen.

Man wird ferner, von voll injicirten Stellen der Hornhaut zu solchen übergehend, bei welchen die Füllung erst im Beginne war, alle Uebergänge vom Anfang bis zu den weiteren Stadien der Sprengung und Zerklüftung wahrnehmen. Nichts kann dann treffender erscheinen, als der Vergleich der fibrillären Substanz der Hornhaut mit einem gepressten Schwamm (Kölliker [4]). Dächte man sich die durch die Injection gleichsam zerzupfte Hornhaut wieder so zusammengelegt, dass alle Fibrillenzüge dieselbe Bahn, welche sie beim Heraustreten aus ihrer ursprünglichen Lage beschrieben, wieder bis zu ihrer ursprünglichen Lage zurückbeschreiben würden, dann wären in diesem zusammengepressten Schwamm die Fibrillen so angeordnet wie ursprünglich, als sie noch durch Kittsubstanz in der Hornhaut an einander befestigt waren.

Wir glauben nun die Mittel an die Hand gegeben zu haben, womit sich

---

1) l. c. Fig. 14.
2) l. c. p 138.
3) l. c. p. 346 u. 347.
4) Mikroskopische Anatomie. Bd. II, 2. Hälfte, p. 610.

jeder davon überzeugen kann, dass der gewöhnliche Erfolg der Ein-
injectionen eine Sprengung des Hornhautgewebes ist.

Dass die bei der Sprengung entstehenden Fachwerke bei gewi
Thieren anders beschaffen sind als bei anderen, beweist, dass die Fi
nicht bei allen Thieren in derselben Anordnung verlaufen.

Schweigger-Seidel [1] hat sich der Sprengung des Hornhautgewebes b
dient, um seine kernhaltigen Platten zu demonstriren: was dabei als
isolirt wird, soll später angegeben werden.

Es muss nun noch mit Bezug auf die, wie wir aber bereits darg
unberechtigte Annahme eines mit Zellplatten ausgekleideten Canalwerks
der Hornhaut, das Bild besprochen werden, welches Hoyer [2] bei der Ve
silberung der Hornhaut des Kätzchens in der an die Membrana Descemeti
grenzenden Lage des Hornhautgewebes erhalten hat, und welches C. F. Müll
auch bei zwei 38—41 Centimeter langen Rindsembryonen, ferner beim Ha
Schwein etc. und zwar in allen Schichten gesehen zu haben angiebt, welc
endlich auch Schweigger-Seidel [4] anführt und vom Hunde abbildet.

Es ist mir dieses Bild wohl bekannt, ich finde es aber nur bei jung
Thieren, und zwar in den Schichten an der Descemetischen Membran au
gezeichnet, bei jedem kleinen Kaninchen darstellbar.

Breite buchtige Silberlücken, die durch breite Brücken in einander üb
gehen, zeigen in ihrem Innern scharfe, schwarze Linien, durch welche
Silberlücken in Felder zerlegt sind, die sich wie durch Silberzeichnung a
gegrenzte Endothel- oder Epithelzellen ausnehmen. Die schwarzen Lin
entsprechen wirklich Zellgrenzen. Die Zellen, welche in denselben an ein
der stossen, sind aber keine Platten, sondern Hornhautzellen, zwisch
welchen noch keine oder nur spärliche fibrilläre Grundsubstanz sich en
wickelt hat.

Aus solchen dicht gedrängt liegenden und anfangs rundlichen Zellen b
steht zu einer gewissen Zeit die ganze Hornhautanlage, und die Umbildu
derselben in Hornhautgewebe schreitet von der vorderen Hornhautoberflä
gegen die hintere fort. Bei jungen Thieren findet man in den Schichten
der Descemetischen Membran noch Bilder vor, welche während der Entwic
lung der Hornhaut ganz ebenso in allen übrigen Schichten vorhanden war
dort erhält man aber, wie C. F. Müller für Rindsembryonen angiebt, und w
ich bei Schafembryonen ebenso beobachtete, das von Hoyer beschriebe
Silberbild.

Die Grenze des Alters anzugeben, in welchem bei einem bestimmt
Thiere das Bild an den Schichten nächst der Descemetischen Membran no
erhalten werden kann, und wann nicht mehr, das ist mir wegen unzureiche

1) l. c. p. 324.
2) Reichert und du Bois, Archiv. 1865, p. 244.
3) l. c. p. 132.
4) l. c. Fig. 16.

Anzahl von Untersuchungen nicht möglich. Sicher aber ist, dass das Bild den entwickelten Hornhautschichten erwachsener Thiere nicht zu sehen ist.

Sehr wohl muss man sich aber hier in Acht nehmen, lange ausgewässerte d zerstörte oder in Zerfall begriffene Silberpräparate, an welchen Trugbilder r verschiedensten Art auftreten können, zu untersuchen.

Das Hoyer'sche Bild findet also in Entwicklungsvorgängen des Hornhautewebes seine Erklärung und spricht ebenso wenig, wie dies die Sprengung r Hornhaut durch Einstichinjection thut, für mit Zellenplatten ausgekleidete palträume in der Hornhaut.

Es muss nun noch Einiges über jenen Theil der Hornhautgrundsubstanz ngeführt werden, in welchen wir uns die Hornhauthöhlen mit ihren Ausläufern ingegraben dachten (interfibrillärer Theil der Grundsubstanz). Ueber die igenschaften und die Zustände dieser Substanz lässt sich sehr wenig aneben, wir müssen sie uns aber in der Hornhaut continuirlich zusammenängend und in bestimmter, aber ungleichmässiger Vertheilung vorhanden vorstellen. Die Vertheilung ist zunächst abhängig von der gegebenen Anordnung der Fibrillen und Fibrillenbündel. Dächte man sich jene interfibrilläre Substanz starr und die Fibrillen entfernt, und dächte man sich ferner aus den Hornhauthöhlen noch das Protoplasmanetz fort, so bliebe das Skelett jener Substanz zurück.

Dieses Skelett hätte aber eine ganz bestimmte Architectonik. Fertigt man von einer ganz frischen Hornhaut mittelst eines scharfen Messers auf einer Korkunterlage einen Dickenschnitt an und breitet ihn in Wasser aus, dann sieht man, dass, wenn man den Schnitt in der Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Hornhaut aus einander zieht, zahlreiche Lücken entstehen, die von langgedehnten Seiten begrenzt werden, dort wo diese Lücken (Interlamellarlücken Henle's) entstehen, sind die Fibrillenbündel in weniger inniger Berührung als in den Gewebestreifen, welche zwischen jenen Lücken sich präsentiren. Dort wo die Lücken entstehen, finden sich auch die platten Leiber der Hornhautkörperchen. Wenn man aber die Länge der entstehenden Lücken mit der Länge des platten Mittelstückes des Hornhautkörperchens vergleicht, so findet man, dass die erstere beträchtlicher ist, als die letztere. Um die das Körperchen bergende Höhle muss also eine grössere zwischen die in der Lücke aus einander weichenden Bündeln eingeschobene, dünne, aber in der Richtung der Hornhautoberfläche ausgedehnte Schichte von jener Substanz abgelagert sein, während sie feiner vertheilt in den feineren Durchgängen zwischen den Fibrillen und um die in der Richtung des Dickendurchmessers durchtretenden Fortsätze der Hornhautkörperchen (Fig. 380 *b*) sich vorfindet. Bei der eigenthümlichen Anordnung und Vertheilung der Hornhautkörperchen und der Fibrillenbündel (vergl. Fig. 377 und Fig. 380 *b*) werden also jene grösseren platten Lagen von Zwischensubstanz im Allgemeinen in der Richtung der Hornhautoberfläche verlaufen und gegen einander geneigt in einander übergehen und durch verschieden gestaltete Blätter und Streifen mit einander

zusammenhängen. Von den oben (p. 1116) erwähnten, erst versilberten, darauf vergoldeten Hornhäuten lassen sich auch Zupfpräparate anfertigen. Man bemerkt dann häufig an den einzelnen Fibrillenbündeln die Zeichnung der Grenzen von noch erhaltenen oder beim Zerzupfen zerrissenen Hornhauthöhlen. Die Fibrillen selbst erscheinen dort, wo sie völlig isolirt wurden, glatt und nicht oder nur schwach gefärbt. Die blaue Farbe haftet an einer Masse, welche von den Fibrillen durchzogen erscheint, diese Masse erscheint von Körnchen durchsetzt und so wie sie einerseits die Fibrillen umhüllt, bildet sie andererseits die eigentliche Umgrenzung der Höhlen.

Das erwähnte Kittscelett lässt sich, wenn auch im verzerrten, vielfach zerrissenen und zusammengefallenen Zustande, von den Fibrillen der Hornhaut isoliren.

Das Letztere ist der Fall, wenn man die Hornhautfibrillen in Leim verwandelt durch anhaltendes Kochen in Wasser oder in salzsäurehaltigem Alkohol (starker Alkohol mit $^1/_2$—$^3/_4$ Volumprocent rauchender ClH).

Verfolgt man die Veränderungen, welche die Hornhaut (vom Ochsen, Hund, Schaf) dabei erleidet, so sieht man auf die schon früher erwähnte plötzlich auftretende Formveränderung, welche auch beim Kochen in salzsäurehaltigem Alkohol sofort erfolgt, keine weitere Veränderung mehr eintreten. Das Hornhautstückchen wird aber immer mehr und mehr von der löslich werdenden leimgebenden Substanz befreit, und zeigt, wie zu verschiedener Zeit angefertigte Dickenschnitte ergeben, jenes Ansehen, welches man an gekochten Hornhautschnitten, als den Ausdruck des lamellösen Baues der Hornhaut angesprochen hat, so lange, bis es zuletzt sehr leicht in Blätter und Blättchen zerfällt. Glänzende, hie und da verdickte und stellenweise gegen einander geneigte Streifen liegen in der Richtung des Dickendurchmessers vielfach geschichtet über einander. [1])

Wenn SCHWEIGGER-SEIDEL [2]) angiebt, dass es ihm gelungen ist, mittelst des salzsäurehaltigem Alkohols gleichzeitig die durchsichtige glasartige Platte seiner Hornhautzelle und das derselben anliegende glänzend granulös erscheinende strahlige Körperchen (Artefact SCHWEIGGER-SEIDEL) sichtbar zu

---

1) Wir haben uns hier auf unsere eigenen Beobachtungen über jene Substanz beschränkt. Es muss aber auch wenigstens theilweise auf sie bezogen werden, was LIGHTBODY (On the anatomy of the cornea of vertebrates. Journal of Anatomy and Physiology. Volume I. London and Cambridge 1867, p. 16) leider ohne Angabe der Präparationsmethoden in den folgenden Stellen sagt: »The bundles are connected to each other by a gelatinous form of connective tissue which varies greatly in quantity and consistence in different animals: in the rabbit it is abundant but hard; in the rat it is also abundant, but so soft, especially near the margin of the cornea, that if the conjunctival epithelium be scraped off rather roughly, it is squeezed out of place, and presents much the same aspect as BOWMAN's corneal tubes, which I believe are generally considered to be the artificial separation of the bundles. This gelatinous substance is dyed by carmine, though not so deeply as the corpuscles and their processes which lie imbedded in it, yet deeper than the tissue composing the bundles: this last is hardly dyed at all, unless the solution of carmine is very strong; and what it does absorb then is tolerably easy to wash out.«

2) l. c. p. 323.

chen, so handelt es sich dabei um das von noch zusammenhängender Kitt-Substanz umgebene platte Mittelstück der Hornhautkörperchen. In ähnlicher Weise müssen aber auch die Platten erklärt werden, welche man durch Eintreiben von Flüssigkeit in die Hornhaut isoliren kann.

In Bezug auf die Bahnen für die Wanderzellen der Hornhaut müssen wir aus der gegebenen Darstellung gemäss dafür erklären, dass diese in dem Kanalsysteme zu suchen sind, welches auch von dem weichen Protoplasma-Netz der Hornhautkörperchen erfüllt wird (v. RECKLINGHAUSEN). Eine flüssige Substanz, die gleichmässig in der Hornhaut vertheilt, in der die festen Formbestandtheile gleichsam schwimmen würden, und in welcher auch die Wanderzellen jene Formbestandtheile aus einander schiebend, ihren beliebigen Weg nehmen könnten (ENGELMANN[1]), steht mit dem beobachteten Erscheinungen nicht im Einklange: zu entscheiden, ob Transsudate Sprengungen des Hornhautgewebes nach Art der Einstichinjectionen bewirken oder bewirken können, und ob in solchen Transsudaten dann geformte Bestandtheile amöboider Natur sich vorfinden, muss späteren Untersuchungen überlassen bleiben.

Die Gefässe der Hornhaut. Die Hornhaut der entwickelten Wirbelthiere ist in ihrem mittleren Theile frei von Blutgefässen.

Beim Menschen trifft man nur einen Randsaum von 1—1 $\frac{1}{2}$ Mm. Breite mit zierlichen Capillargefässschlingen erfüllt. Die letzteren stammen von Arterien ab, welche in den äusseren Lagen des vordersten Theiles der Conjunctiva bulbi verlaufen und gehen in die darunter liegenden Venen derselben Membran über (Fig. 387).

Ueber die Abkunft der genannten Arterien und der Sammeläste der Venen in Bezug auf die Blutbahnen des Auges vergleiche man den Artikel: Gefässe des Auges.

Aus der Sclerotica herkommende und tiefer liegende Hornhautgefässe finden sich beim Menschen auch am Rande nicht (LEBER).

An menschlichen Leichenaugen lassen sich die Gefässschlingen am Hornhautrande oft sehr schön natürlich injicirt beobachten. In der Regel ausgezeichnet natürlich injicirte, langgestreckte und weitmaschige Schlingen findet man an ganz frischen Schafsaugen.

In embryonalen Augen findet sich ein zierliches Capillarnetz an der ganzen vorderen Hornhautfläche, und zwar in der Lage des Hornhautgewebes, welche unmittelbar an das vordere Epithel grenzt.

Ueber Lymphgefässe der Hornhaut liegen Angaben von KÖLLIKER[2], HIS[3], SÄMISCH[4] vor, welche sich auf vereinzelte und zweifelhafte Beobachtungen

1) l. c. p. 6 u. d. f.
2) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. p. 621.
3) Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea, p. 71.
4) Beiträge zur normalen und pathol. Anatomie des Auges. Leipzig, 1862, p. 12.

am Cornealrande beziehen. LIGHTBODY's [1]) Angaben über perivasculäre Lymph-räume um die Randschlingen der Hornhaut konnten C. F. MÜLLER [2]) und SCHWALBE [3]) als normalen Befund nicht bestätigen. Für die durch Ent

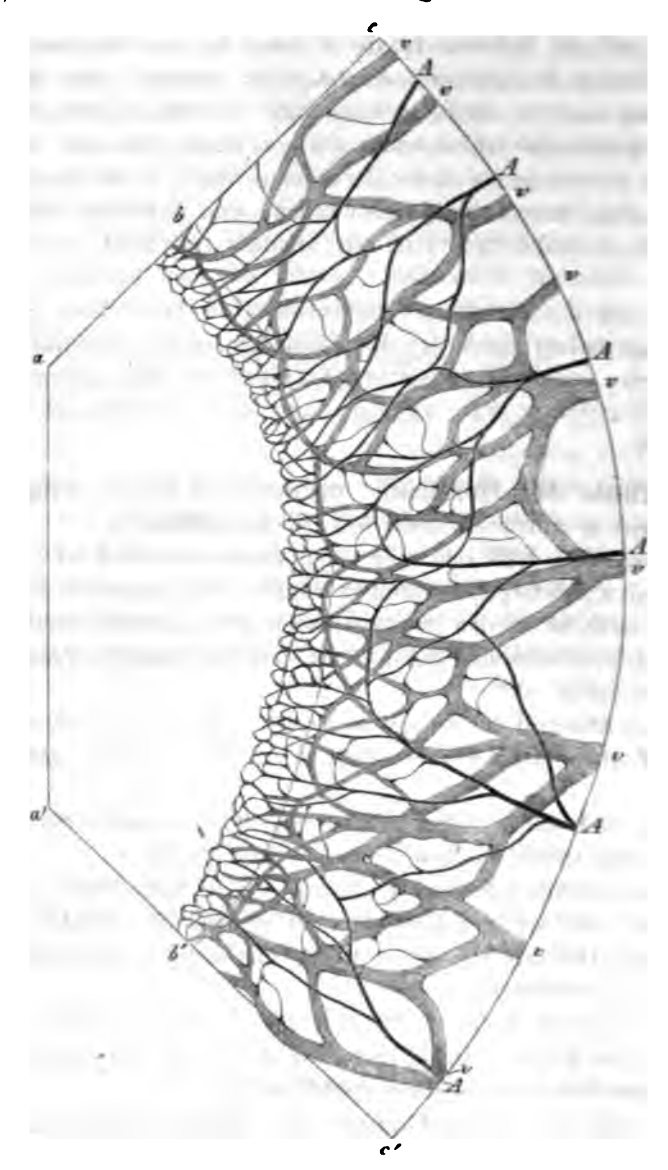


Fig. 387. Von den vordersten Conjunctiva-Gefässen abstammende Endschlingen *A* Arterien, *v* Venen, *a a' b b'* Hornhaut, *b b' c c'* Bindehaut und Sclerotica. Nach ei sehr vollkommen mit Leim und löslichem Berlinerblau injicirten Auge des Kindes.

1) Journal of anatomy and physiology 1867, p. 35 u. d. f.

2) l. c. p. 147.

3) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6. p. 264.

Injection in die Hornhaut eingetriebenen Massen Abflusswege aufzufinden, ist es bis jetzt nicht gelungen (C. F. MÜLLER[1]), SCHWEIGGER-SEIDEL[2])). Man will aber doch den Uebertritt der Injectionsmasse in Lymphgefässe der Conjunctiva beobachtet haben (LEBER[3])).

Endlich ist hier noch anzuführen, dass bei Einstichinjectionen in die Hornhaut die Injectionsmasse auch längs der Nervenstämmchen vordringen kann (C. F. MÜLLER[4])), dasselbe kann durch Extravasation von in die Blutgefässe eingetriebenen Injectionsmassen geschehen. Die von TEICHMANN[5]) in der Cornea injicirten gefässähnlichen Figuren und die Vasa serosa von J. ARNOLD[6]) und von NIEMETSCHEK[7]) sind auf diese Weise zu erklären (C. F. MÜLLER[8]).

Die Descemetische Haut.

Sie stellt auf dem Hornhautdurchschnitt eine sehr scharf abgegrenzte Schichte dar. Die Dicke derselben nimmt beim Menschen zu mit den Lebensjahren. Beim Neugeborenen fand H. MÜLLER[9]) die Dicke 0,005—0,007 Mm., beim Erwachsenen in der Mitte 0,006—0,008 Mm., am Rand 0,01—0,012 Mm., bei Greisen in der Mitte 0,01, am Rand 0,015—0,02 Mm. Von der frischen Hornhaut lässt sie sich nur schwer ablösen, leicht dagegen von einer mit übermangansaurem Kali oder mit 10 % Kochsalzlösung behandelten Hornhaut.

Stücke der Haut, welche, sei es von der frischen, sei es von einer nach den angeführten Methoden behandelten Hornhaut, gewonnen wurden, erscheinen dadurch ausgezeichnet, dass sie sich von zwei gegenüber liegenden Rändern einrollen, ähnlich wie lange zusammengerollt gelegenes Papier. Die Ränder eines abgelösten Stückes der Descemetischen Haut erscheinen unter dem Mikroskope sehr scharf gezeichnet, und da man wegen der grossen Homogenität der Haut immer das perspectivische Bild aller vorhandenen Kanten wahrnimmt, so macht es einen glasartigen Eindruck. Alle diese Eigenschaften hat die Descemetische Membran mit der Linsenkapsel gemein.

Im frischen Zustande zeigt die Membrana Descemetii keine mikroskopisch erkennbare Structur. Nur manchmal nimmt man an Bruchflächen eine der Oberfläche parallele undeutliche und unterbrochene Streifung wahr (BRÜCKE[10]), MENSONIDES[11]), LEYDIG[12])).

---

1) l. c. p. 146.
2) l. c. p. 324 u. 325.
3) Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 1866, p. 17.
4) l. c. p. 142.
5) Das Saugadersystem.
6) l. c.
7) Prager Vierteljahresschrift. Bd. 3. 1864. p. 48.
8) l. c.
9) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. Abth. 2. p. 48.
10) l. c. p. 606.
11) Nederlandisch Lancet, Mai 1849. p. 694.
12) Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. V, p. 11.

HENLE[1]) sah die Descemetische Haut des Ochsen nach 30stün[...] Kochen in eine Menge feinster etwas eingerollter glasartig durchsichtiger [...]chen zerfallen. Feine Schnitte getrockneter Hornhäute mit Jodkalium[...]lösung (3 : 1 : 500) durch 24 Stunden behandelt sah TAMAMSCHEFF[2]) in [...] Richtung der Oberfläche gestreift und spaltbar (in feinste Fibrillen) werden. Eigenthümliche Bilder beschreibt und zeichnet SCHWEIGGER-SEIDEL[3]), der [...] angiebt, dass 10 % Kochsalzlösung eine deutliche fibrilläre Streifung [...] Membran — ob in der Rand- oder Flächenansicht ist nicht angeführt — he[...]vorruft.

Am Rande der Hornhaut beim Menschen finden sich warzenartige E[...]hebungen der hinteren Fläche der Descemetischen Membran vor (HASSAL[4]) H. MÜLLER[5])). Diese fehlen noch in den ersten Lebensjahren, zwischen [...] bis 30. Lebensjahre haben sie 0,01 Mm. Durchmesser an der Basis, sind h[...] so hoch und stehen in Abständen, die dem Durchmesser der Basis ungef[...] gleich sind, in 2—4 Reihen. Bei alten Individuen sind sie an der Ba[...] 0,02 Mm breit, 0,01 Mm. hoch und bilden eine breitere Zone, in selten[...] Fällen reichen sie bis in die Mitte der Hornhaut (H. MÜLLER).

Ueber die Verbindungen, welche die Descemetische Membran an ihr[...] Rande eingeht, wird später gehandelt werden (p. 1141).

Das Endothel der Descemetischen Haut.

(Inneres Epithelium der Hornhaut). Das Endothel der Descemetisch[...] Haut ist beim entwickelten Thier- und Menschenauge eine Schichte po[...]gonaler Zellen von 0,025 Mm. Durchmesser (HENLE[6])). Die Zellen erschei[...] abgeplattet und besitzen runde Kerne von 0,008 Mm. Durchmesser (HENLE[7]) An ganz frischen Augen lässt sich das Endothel in Form eines zusamm[...]hängenden Häutchens abstreifen. Es ist diese Zellenlage an der Rückseite [...] Hornhaut zu den unächten Epithelien oder Endothelien (HIS[8]) und nicht zu [...] Epithelien zu zählen.

An gereizten Hornhäuten vom Frosch beobachtete KLEBS[9]) eine Reihe [...] Formveränderungen an den Zellen des Endothels der Descemetischen Me[...]bran, welche unter Umständen ebenso lebhaft wie die der Lymphkörperch[...] sind und zu einer Ablösung der Zellen führen. NORRIS und STRICKER[10]) sa[...]

1) Cannst. Jahresber. 1853, p. 26 u. l. c. p. 606.
2) Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1869. p. 353.
3) l. c. p. 311 u. 312. Fig. 7, 8, 9, 10.
4) Mikroskopische Anatomie. Deutsch von KOHLSCHÜTTER. Leipzig 1852, p. 393. Bd. Taf LXIII, Fig. 11.
5) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. Abth. 2. p. 48.
6) l. c. p. 607.
7) l. c.
8) Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1865, p. 18.
9) Centralblatt für die med. Wissenschaften. 1864. p. 513—516.
10) l. c. p. 16 u. 17.

Bewegungen der Endothelzellen der Descemetischen Membran gleichfalls an entzündeten Hornhäuten und geben auch an, dabei eine Vermehrung der Kerne und eine Proliferation der Zellen wahrgenommen zu haben. Bringt man eine frisch ausgeschnittene gesunde Hornhaut vom Frosch möglichst rasch mit humor aqueus befeuchtet unter das Mikroskop und betrachtet das Endothel der Descemetischen Membran in scharfer Einstellung, dann sieht man dasselbe sehr häufig wie aus zweierlei Zellen zusammengesetzt. Ein Theil der Zellen erscheint körnig und in denselben ein runder Kern durch eine mehr oder weniger scharfe Umfassungslinie angedeutet. Ein anderer Theil der Zellen dagegen erscheint völlig glatt und ohne Andeutung eines Kernes. Die Zellen in diesen zweierlei Zuständen kommen einzeln oder in unregelmässigen Figuren zusammenhängend neben einander vor und kann die durch jene zwei verschiedenen Zustände der Zellen und ihre wechselnde Vertheilung bedingte Zeichnung der Endothelhaut eine sehr mannigfaltige sein.

Entwicklung der zum Bindegewebe gehörigen Hornhautschichten.

Die Histogenese der Hornhaut erfordert eine erneute Bearbeitung, insbesondere mit Zuhilfenahme der Silber- und Goldmethode. Was darüber vorliegt, sind nur fragmentarische Beobachtungen. In der Hornhaut eines $1\frac{1}{4}$zölligen Fötus vom Rind findet Langhanns [1]) längliche oder rundliche Zellen mit nicht scharf begrenztem Kern, welche sehr dicht neben einander liegen. Bei einem $1\frac{1}{2}$zölligen Embryo war die Form der Zellen unregelmässig bald rund, bald zackig.

Bei einem $2\frac{1}{2}$zölligen Embryo war an der zerzupften Hornhaut schon ein faseriges Ansehen zu bemerken, die Zellen sind gross, ihre Form ähnelt schon mehr der der Körperchen der entwickelten Hornhaut. Bei einem Rindsfötus, dessen Augendurchmesser c. 6 Mm. betrug, waren die Zellen blass, länglich und hatten 4—6 Ausläufer.

Mir liegen meridionale Schnitte von in Müller'scher Flüssigkeit gehärteter und in Peremeschko's Masse eingebetteten Augen einer Reihe von Schafembryonen vor. Die Schnitte sind mit Carmin tingirt. Ich sehe in denselben die Hornhaut anfangs aus runden, dicht neben einander liegenden Zellen bestehen. Später erscheinen die Zellen in der Richtung des Dickendurchmessers der Hornhaut abgeplattet. Diese abgeplatteten Zellen liegen ebenfalls noch dicht über einander, wie die Zellen in den oberen Lagen eines Plattenepithels.

Zwischen diesen abgeplatteten Zellen tritt nun eine helle Substanz auf, welche die Zellen in der Richtung des Dickendurchmessers der Hornhaut aus einander schiebt, so dass ein Bild zu Stande kommt, welches schon an den Meridionalschnitt der entwickelten Hornhaut erinnert.

Dieses Auseinanderweichen der Zellen erfolgt nicht in allen Schichten der Hornhaut gleichzeitig. Es beginnt vielmehr nahe dem vorderen Pol des

---

1) l. c. p. 17 u. 18.

Auges, erfasst dann die vordersten Schichten zuerst und schreitet successive nach hinten gegen die vordere Augenkammer hin fort.

Diese ist zu einer bestimmten Entwicklungsperiode von dem Hornhautlager mit schon entwickelter Zwischensubstanz durch eine Lage abgeplatteter über einander geschichteter Zellen getrennt, die alle der innersten dem Endothel der Descemetischen Membran entsprechenden Zellenlage völlig ähnlich sind. Eine Descemetische Membran ist noch nicht vorhanden. Sie tritt als ein schmaler Streifen zwischen der innersten Zelllage und den nach aussen hin gleichfalls noch als Platten über einander geschichteten Zellen auf.

Bei einem Kalbsembryo von 8 Centimeter Länge, bei menschlichen Embryonen aus dem 2., 3. Monat findet sich nach Donders [1]) die Descemetische Haut schon mit demselben structurlosen Aussehen vor wie beim ausgewachsenen Thiere, nur ist sie dünner.

In der hellen Substanz, welche, wie früher erwähnt, die abgeplatteten Zellen des sich entwickelnden Hornhautgewebes aus einander drängt, findet man schon in sehr frühen Stadien feine Fibrillen oder Fibrillenzüge vor. Die Zellen selbst erscheinen mit Ausläufern versehen, welche nach den verschiedensten Richtungen hin abgehen, die mit den Ausläufern benachbarter Zellen sich verbinden, die aber, wie Zupf- und Schnittpräparate lehren, niemals in die Substanz der Fibrillen übergehen. [2]) Die letzteren treten in der die Zwischenräume des körnigen Protoplasmas der Zellen ausfüllenden Substanz in ähnlicher Weise auf, wie die Fibrillen des Bindegewebes bei der Entwicklung des Netzes [3]). Die histologischen Vorgänge bei der nach dem Abschälen oberflächlicher Lagen beim Kaninchen (Donders [4]), de Gouvea [5])) und nach Substanzverlusten beim Menschen (Donders [6])) beobachteten Regeneration des Hornhautgewebes sollten gleichfalls einer eingehenderen Untersuchung unterworfen werden.

Das äussere Epithel der Hornhaut.

Dieses Epithel ist ein geschichtetes Plattenepithel von 0,03 Mm. Dicke (Henle [7])) beim Menschen. Das äussere Epithel zeigt beim Menschen und bei den Säugethieren sehr übereinstimmende Verhältnisse.

Es besteht in seinen obersten Lagen aus abgeplatteten Zellen, die mehrfach über einander geschichtet erscheinen, diese Zellen besitzen in der Richtung der Hornhautoberfläche grössere Durchmesser als die nach innen auf sie

1) Nederl. Lancet Aug. 1851. p. 17.
2) Vergl. Wilckens, Ueber die Entwicklung der Hornhaut des Wirbelthierauges. Zeitschrift für rat. Medicin. 3. R. Bd. XI. p. 167.
3) Dieses Handbuch, p. 62 u. d. f.
4) Holländ. Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. I. p. 387.
5) Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde. Bd. I. p. 119.
6) Nederl. Lancet. 1848. p. 218.
7) l. c. p. 605.

folgenden Zellen, die in situ, also auf Durchschnitten gehärteter Präparate oder aber an abgelösten Epithelfetzen eine polygonale Form darbieten. An Zerzupfungspräparaten von in Jodserum oder aber durch längere Zeit in 10 % Kochsalzlösung und darauf kurze Zeit in Wasser macerirtem Epithel erscheinen diese Zellen rauh, kurzzackig und mit ihren Unebenheiten in einander geschoben als Riff- oder Stachelzellen, Fig. 388. Mit so langen Fortsätzen ver-

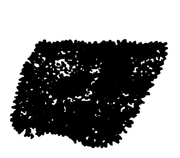




Fig. 388. Riff- und Stachelzellen aus den mittleren Zellschichten des äusseren Hornhautepithels vom Schwein. Durch Liegen der Hornhaut in 10procentiger Kochsalzlösung und darauf folgende Behandlung mit Wasser isolirt.

sehene (gefingerte) Zellen, wie sie Cleland[1]) aus den mittleren Lagen des Corneaepithels vom Ochsen mittelst doppeltchromsaurem Kali isolirt haben will und abbildet, sehe ich daselbst auch bei diesem Thiere nicht.

Die unterste unmittelbar auf dem Hornhautgewebe sitzende Zellenschichte besteht aus Zellen, welche in der Richtung senkrecht zur Oberfläche verlängert erscheinen. Sie erscheinen isolirt ebenfalls noch rauh in Folge der gelösten Verzahnung mit ihren Nachbarn und sitzen mit breiter Basis auf dem Hornhautgewebe. Sie schicken keinerlei Fortsätze in dasselbe hinein. Von der Seite gesehen erscheint die Basis der Zellen als ein glänzender Saum (Fusssaum). Der runde Kern dieser Zellen liegt dem gegen die äussere Hornhautfläche hinsehendem Ende etwas näher, als dem inneren. Es ist das namentlich gut zu sehen an mit Haematoxylin gefärbten Durchschnitten rasch in Alkohol gehärteter Hornhäute von Thieren, bei welchen diese Zellen besonders lang sind, wie z. B. beim Ochsen und beim Schwein. In sparsamer Vertheilung will Krause[2]) zwischen den Zellen dieser Schichte eigenthümliche ellipsoidische Zellen (?) beobachtet haben.

Beim Frosch nimmt sich das Epithel im optischen Durchschnitte an Falten frischer Hornhäute so aus, wie es in Fig. 378 dargestellt erscheint.

Auch hier ist 10 % Kochsalzlösung, angewendet, bis sich das Epithel in Fetzen loslöst (Schweigger-Seydel[3])), wie ich mich überzeugte, ein vortreffliches Isolirungsmittel.

Die Zellen der äussersten Schichte setzen eine durch glänzende Adern (Zellgrenzen, mit $NAgO_3$ sich schwärzender Kitt) in ihre Felder zerlegte Mosaik

1) On the epithelium of the ox. Journal of anat. and phys. by Humphry and Turner. Vol. II. Cambridge and London, 1868. p. 362—364.

2) Ueber das vordere Epithel der Cornea. Göttinger gelehrte Nachrichten. 1870. No. 8. Reichert und du Bois, Archiv, 1870. p. 232.

3) l. c. p. 353.

zusammen. Jede polygonale Zelle besitzt einen schönen, scharf begrenzten körnigen Kern Fig. 389 *a*.

In der mittleren Zellenschichte kommen beim Frosch selten Riff- und Stachelzellen vor. Es erscheinen die Zellen dort entweder polyedrisch mit

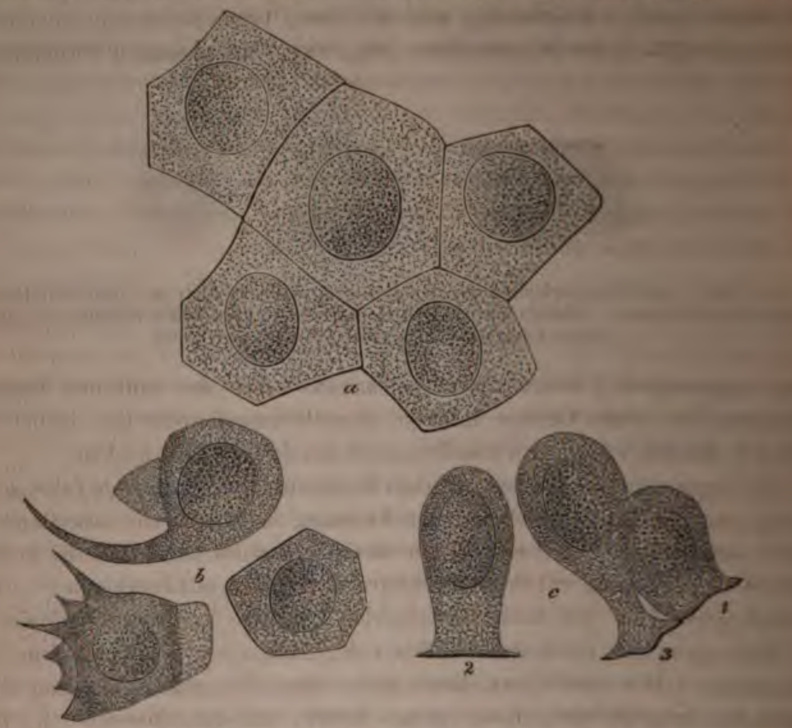


Fig. 389. Aeusseres Epithel der Hornhaut vom Frosch. *a* Zellen aus der äussersten, *b* aus der mittleren, *c* aus der innersten Lage.

glatten Kanten und Flächen, oder aber, was häufig zu sehen ist, sie schicken eine beschränkte Zahl längerer oder kürzerer zugespitzter, oft sehr eigenthümlich (Fig. 389 *b*) gestalteter Fortsätze aus.

Die innerste Zellenschichte besteht auch hier aus verlängerten Zellen. Die Länge der einzelnen dieser Schicht angehörenden Zellen ist wechselnd. Zwischen kürzeren Zellen der Form (*c* 1 Fig. 389) finden sich längere von der Form *c* 2 Fig. 389 eingeschoben, und die Keulenform kann oft wegen Verschmälerung des inneren Theiles der Zelle noch ausgeprägter hervortreten, wie z. B. in *c* 3 Fig. 389.

An der Stelle, wo die Zellen dem Hornhautgewebe aufsitzen, findet sich an denselben ein stark lichtbrechender Saum (Fig. 389 *c* 1, 2, 3), welcher in der Seitenansicht an den glatten Saum erinnert, den gewisse Kegelepithelien unter Umständen an ihrer Oberfläche zeigen. Und dieser Saum, welchen man eben Fusssaum nennen könnte, erscheint gewöhnlich verbreitert, immer ist das der Fall bei den keulenförmigen Zellen der innersten Schichte.

Die verbreiterten Fusssäume der Zellen legen sich so an einander, oder schieben sich etwas zugeschärft so über einander, dass alle Säume zusammen in situ der Zellen gesehen, einen glänzenden Streifen darstellen, der an der Grenze von Epithel und Hornhautgewebe hinläuft. Dieses Streifens erwähnt auch HENLE [1]), er sucht ihn aber anders zu erklären.

Ich habe mich auch beim Menschen und bei den Säugethieren überzeugt, dass jener Streifen nur durch die Fusssäume der innersten Zellen zu Stande kommt.

Eine genauere Kenntniss des Hornhautepithels in seinen einzelnen Schichten im normalen Zustande ist um so nothwendiger, als das genannte Epithel eine hervorragende Rolle spielt in den Versuchen, die neuerlich über Epithelregeneration angestellt wurden.

J. ARNOLD [2]), welcher die Versuche begann, verlieh denselben bekanntlich dadurch eine principielle Bedeutung, dass er angab, dass in einer künstlich erzeugten Epithellücke das dieselbe ausfüllende neue Epithel aus einem in der Lücke zuerst auftretendem Blastem entsteht. Das letztere solle am Rand der Lücke sich in hyalines Protoplasma und dieses durch Furchung in Portionen mit in den letzteren auftretendem Kerne (in Zellen) verwandeln. Die Versuche, welche von WADSWORTH und EBERTH [3]), F. A. HOFFMANN [4]) und von HEIBERG [5]) am äusseren Hornhautepithel angestellt wurden, sprechen aber sämmtlich gegen ARNOLD's Blastem. Die Regeneration findet statt durch Nachkommen, die durch Sprossung und Theilung der den Rand begrenzenden Epithelzellen oder aus den Grenzzellen von in der Lücke stehen gebliebenen Epithelinseln entstehen.

F. A. HOFFMANN [6]) giebt an, dass er an den Zellen der untersten Epithelschichte niemals Ausläufer beobachtet habe. Das würde der letzteren Schichte eine besondere Stellung anweisen (vergl. CLELAND [7]) und KRAUSE l. c. p. 235). HEIBERG [8]) widerspricht jedoch der Angabe HOFFMANN's. Es ist aber bei HEIBERG auf die Besonderheit der untersten Zellschichte des intacten Hornhautepithels ein zu geringes Gewicht gelegt. Dass an den Zellen der mittleren Schichten schon im Normalzustande Ausläufer sich finden, haben wir oben gesehen. HEIBERG [9]) beschreibt langsam erfolgende Formveränderungen an den Sprossen des in Regeneration begriffenen Epithels. Das Hervortreiben buckelartiger Fortsätze und Wiederzurückziehen derselben beobachtete schon früher F. A. HOFFMANN [10]) an Zellen des vorderen Hornhautepithels in der Nähe des Schorfes von mit Arg. nit. geätzten Hornhäuten. Die Regeneration des Epithels in einer durch Auskratzen mit der Staarnadel erzeugten Lücke im centralen Theile der Hornhaut (die Grösse ist leider nicht angeführt) erfolgte bei Fröschen nach 40 Stunden und darüber, in der Regel vor Ablauf des 3. Tages,

---

1) l. c. p. 605 und Fig. 459.
2) VIRCHOW's Archiv. Bd. XLVI, p. 168.
3) VIRCHOW's Archiv. Bd. LI. p. 361.
4) VIRCHOW's Archiv. Bd. LI. p. 373.
5) Medicinische Jahrbücher der Gesellschaft der Aerzte in Wien. Jahrg. 1871. p. 7.
6) l. c. p. 388 und 389.
7) l. c. p. 363.
8) l. c. p. 19.
9) l. c. p. 12.
10) Ueber Contractilitätsvorgänge im vorderen Epithel der Froschhornhaut. Diss. inaug. Berlin 1861.

bei Säugethieren und Vögeln innerhalb der ersten 24 Stunden. Nach diesen Zeit fand sich die Lücke durch Ueberhäutung ausgefüllt (HEIBERG [1])).

Im vorderen Hornhautepithel kommen ebenso wie im Hornhautgewebe Wanderzellen vor, auch zwischen beiden Geweben sind Wanderzellen beobachtet (epitheliale, subepitheliale Wanderzellen) (v. RECKLINGHAUSEN [2], ENGELMANN [3])). Eine Betheiligung der Wanderzellen an der Regeneration bei Epithelverlusten wird von J. ARNOLD [4]), WADSWORTH u. EBERTH [5]), F. A. HOFFMANN [6]) und von HEIBERG [7]) in Abrede gestellt.

Die Nerven der Hornhaut.

Sie treten am Rande der Hornhaut in ziemlich regelmässigen Abständen in Form verschieden grosser Stämmchen ein. Den Eintritt markhaltiger Nerven in die Hornhaut des Auges lernte man schon vor längerer Zeit kennen (SCHLEMM [8]), BOCHDALEK [9])).

An Zahl sind die in die Hornhaut eintretenden markhaltigen Nerven bei verschiedenen Individuen und Species verschieden. Beim Menschen werden 20—30 (KÖLLIKER [10])), 24—36 (KÖLLIKER [11])) u. 40—45 (SÄMISCH [12])) angegeben. Beim Kaninchen wurden 20—30, beim Ochsen und Schaf 10—20, beim Huhn und der Taube 12—18 (KÖLLIKER [13])), beim Meerschweinchen 15—18 (COHNHEIM [14])), beim Frosch durchschnittlich 15 (KÜHNE [15]) gezählt. Während ihrer Verbreitung bilden die Nerven in der Hornhaut einen durch vielfache Anastomosen ausgezeichneten Plexus, dessen feinere Verästelungen nach der vorderen Fläche streben, wo sich ein Nervennetz unmittelbar unter der vorderen »structurlosen Lamelle« und dicht unter dem Epithel befindet (KÖLLIKER [16])). Die aus marklosen Fasern gebildeten Nervengeflechte finden sich in ähnlicher Weise in der Hornhaut des Menschen und der verschiedensten Thiere vor

1) l. c. p. 10.
2) VIRCHOW's Archiv. 28. Bd. p. 191.
3) l. c. p. 15.
4) l. c. p. 170 u. d. f.
5) l. c. p. 370.
6) l. c. p. 384.
7) l. c. p. 13 u. 20.
8) Berliner Encyclopädie. Bd. IV. p. 22.
9) Bericht über die Versammlung der Naturforscher in Prag im Jahr 1837. Prag 1838. p. 182.
10) Mikroskopische Anatomie. II. Bd. p. 627.
11) Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 650.
12) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges.
13) Mikroskopische Anatomie. II. Bd. p. 627.
14) VIRCHOW's Archiv. Bd. 38. p. 354.
15) Untersuchungen über das Protoplasma etc. Leipzig 1864. p. 133.
16) l. c. p. 627.

(His [1]), J. Arnold [2]), Sämisch [3]), Ciaccio [4]), Kühne [5]), und beim Frosch sollen feine Enden der durch die ganze Hornhaut verbreiteten Nerven mit den Hornhautkörperchen sich verbinden (Kühne [6])).

Bei Säugethieren lassen sich aus dem äusseren Theile des Nervenplexus austretende Fasern in das vordere Hornhautepithel verfolgen (Hoyer [7])). Die beste Einsicht in die Ausbreitung und Endigung der Nerven in der Hornhaut gewann Cohnheim [8]), indem er sich des für diese Untersuchung wunderbar trefflichen Goldchlorides bediente. Seine schönen Resultate sind von Kölliker und Engelmann zum grössten Theile bestätigt.

In geringer Entfernung vom Hornhautrande verlieren die markhaltigen Nervenfasern an einer Stelle scharf abgesetzt ihre Markscheide. Die Grenze, wo dies geschieht, ist keine constante (Cohnheim), oft liegt sie schon in den Eintrittsstämmchen, oft in Aesten 1., 2., ja 3. Ordnung, die daraus hervorgehen.

Die nun weiter verlaufenden Nerven setzen sich aus einer grösseren oder geringeren, meist sehr beträchtlichen Anzahl von sehr feinen, marklosen Nervenfasern zusammen. Diesen Bündeln markloser Fasern schliessen sich vereinzelt längs ovale Kerne an, welche aber nicht mit Bestimmtheit auf eine zusammenhängende Scheide bezogen werden können. Die einzelnen marklosen Fasern zeigen oft sehr schön ein varicöses Ansehen. Diese zahlreichen Fasern müssen offenbar durch eine Theilung der Axencylinder oder Auffaserung (Max Schultze) der letzteren entstanden sein.

Die beschriebenen, in's Hornhautgewebe vordringenden Fasern bilden dann durch vielfache Verästelung, Aneinanderlagerung und abermaliges Auseinanderweichen der in den Bündeln enthaltenen Fasern ein reichliches Geflecht (Fig. 390). In den tieferen Parthieen der Hornhaut ist dieses Geflecht weitmaschiger und aus stärkeren Nerven (Fig. 390) zusammengesetzt, gegen die äussere Oberfläche hin aber werden die Nerven immer feiner und die Maschen des Geflechtes immer kleiner (Fig. 390).

Der ganze Plexus nimmt vorzugsweise die äusseren zwei Dritttheile der Hornhautdicke bei Säugethieren in Anspruch. In die näher der Descemetischen Membran gelegenen Parthieen des Hornhautgewebes gelangen nur einzelne wenige Fasern, welche von den Randtheilen des innersten aus den stärksten Nerven gebildeten Theiles des vorderen Plexus nach hinten laufen. Kölliker will beim Kaninchen die feineren aus diesen Fasern hervorgehenden Aeste im horizontalen Verlauf längs der Descemetischen Membran und in geringer Entfernung von derselben verfolgt haben.

1) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Cornea, p. 60.
2) Bindehaut der Hornhaut.
3) l. c.
4) Quarterly Journal of microscop. Science. 1863 July. p. 177.
5) l. c. 6) l. c.
7) Reichert und du Bois, Archiv 1866. p. 180.
8) l. c. p. 343.

An dem im vorderen Theile der Hornhaut befindlichen Plexus lassen sich mehrere Abtheilungen unterscheiden. Indem die stärkeren Nerven aus den hinteren Parthieen der Hornhaut im geneigten Verlaufe nach vorne ziehen, breiten sie sich mit feineren Verästelungen, die nun vorzugsweise parallel der



Fig. 390. Hornhautnerven vom Schwein auf einem Schnitt senkrecht zur Oberfläche einer mit Goldchlorid behandelten Hornhaut. *aa* grössere Nerven, *bb* Geflecht unter der vorderen Grenzschichte des Hornhautgewebes, *cc* subepitheliales Geflecht, *ddddd* die durch das Epithel aufsteigenden Endäste.

Hornhautfläche verlaufen, in einiger Entfernung von der Grenze zwischen Hornhautgewebe und äusserem Epithel (nach innen von der vorderen Grenzschichte) zu einem, regelmässige Maschenräume umschliessenden flächenhaften Plexus aus. Von diesem Geflechte treten nun senkrecht oder etwas geneigt verlaufende feine Zweige (Rami perforantes) bis an die Grenze des Hornhautgewebes und des vorderen Epithels hin, um hier unmittelbar unter dem letzteren pinselförmig (Meerschweinchen) (COHNHEIM) oder sternförmig in eine Reihe von feineren Aestchen zu zerfallen, welche wieder ein äusserst zierliches, flächenhaft entwickeltes Geflecht, das subepitheliale Netz (Fig. 391) bilden. Erst von diesem dringen wieder in ziemlich regelmässigen Abständen feine Aestchen nach vorne zwischen die unteren langgestreckten Zellen und die darauf folgenden rundlichen Zellen des Epitheliums ein. Während dieses Verlaufes halten sie eine Richtung senkrecht zur Oberfläche ein. Erst wenn sie in die inneren Lagen der oberflächlichen, abgeplatteten Zellen eingetreten sind, geben sie nach allen Seiten geneigt feinste Endästchen ab, welche in der oberflächlichsten Epithelschichte, nachdem sie sich noch vorher einmal oder wiederholt getheilt haben, oft etwas angeschwollen endigen. Von der Oberfläche gesehen entsprechen die Enden der durch das Epithel aufsteigenden Fasern den Knoten, in welchen die von verschiedenen Richtungen herkommenden Endästchen sich vereinigen. Von einer Anastomose der verschiedenen solchen Knotenpunkten entsprechenden Endästchen konnte ich mich

nirgends überzeugen. Bei STRICKER wurde mir jüngst an der Hornhaut des Kaninchens ein von S. H. CHAPMAN zuerst dargestelltes, feines Geflecht gezeigt, von welchem sich die Genannten überzeugt haben, dass dasselbe auf der Oberfläche des äusseren Epithels auflag.

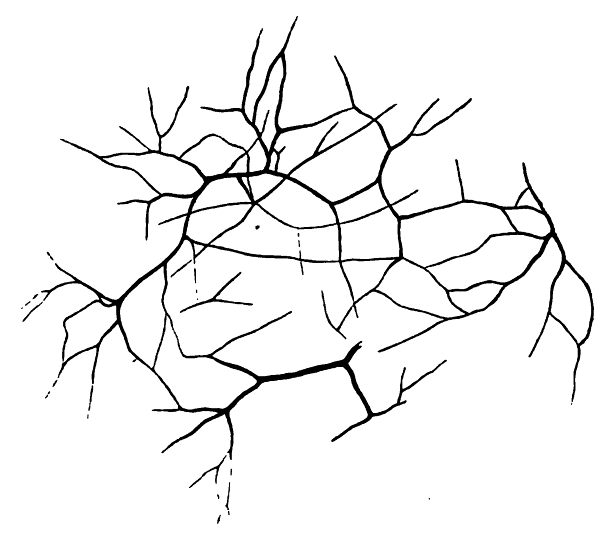


Fig. 391. Stück des subepithelialen Nervengeflechtes der Hornhaut des Schweines mit Goldchlorid dargestellt.

Die vorausgehenden Angaben stützen sich vorzugsweise auf die an Hornhäuten vom Schwein und vom Ochsen mit Goldchlorid gewonnenen Resultate. Sie wiederholen sich aber mit wenig Abweichungen bei den übrigen untersuchten Säugern.

Beim Frosch kann man die Hornhaut ebenfalls für die Anfertigung prächtiger Goldpräparate (Fig. 392) benutzen, die noch überdies den Vortheil haben, dass sie nach Entfernung des Epithels in toto unter das Mikroskop gebracht werden können, während die dicken Hornhäute der früher genannten Thiere nach der Imprägnation mit Gold und der eingetretenen Reduction in meridionale und Flächenschnitte zerlegt werden müssen.

An der Froschcornea haben KÜHNE[1]) und noch eingehender ENGELMANN[2]) die Nervenausbreitung auch an der ganz frisch in humor aqueus untersuchten Hornhaut verfolgt.

Aus markhaltigen Fasern (5—15 oder noch mehr) zusammengesetzte Stämmchen treten an 6—8 Stellen am Rande in die Cornea ein. Ausserdem gelangen daselbst noch an verschiedenen Stellen einzelne oder zu zweien gesellte markhaltige Nervenfasern hinein. Die Mehrzahl dieser Fasern läuft an-

1) Untersuchungen über das Protoplasma etc. p. 132.

2) l. c. p. 15.

fangs über 0,2—0,5 Mm. in gerader Richtung gegen das Hornhautcentrum, nur wenige biegen am Hornhautrande rechtwinklig von den Stämmchen ab, um anfangs parallel dem Rande und dann erst nach innen zu laufen.

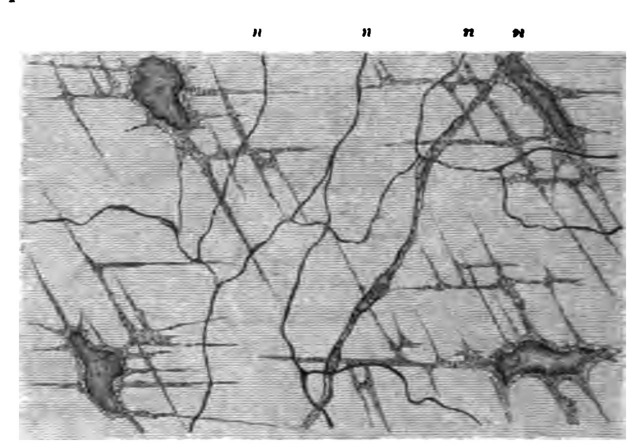


Fig. 392. Stück einer vergoldeten Hornhaut vom Frosch — *n n n n* Nerven.

Durchschnittlich in geringer Entfernung vom Hornhautrande (0,3—0,5 Mm) verlieren die Nerven ihr Mark und bilden nun, durch wiederholte dichotomische Theilung aufgelöst, ein reichliches weitmaschiges Geflecht, welches der hinteren Hornhautfläche näher liegt als der vorderen. Wahre Anastomosen sind in diesem Geflecht so wenig nachzuweisen, wie bei den Säugethieren. Scheiden sind sowohl an den markhaltigen als auch an den marklosen Fasern durch längliche Kerne, welche der Nervenverbreitung folgen, angedeutet. Diese Kerne werden mit zunehmender Verästelung seltener und finden sich schliesslich nur noch in den Knotenpunkten des Geflechtes, die dadurch verdickt erscheinen. Es können so ganglienähnliche Bilder zu Stande kommen, wie sie in gleicher Weise auch an den Hornhautnerven von Säugethieren beobachtet werden. Aber weder beim Frosch noch bei Säugethieren hat man es mit wirklichen Ganglien in den Knoten des Nervengeflechtes zu thun.

Von dem erwähnten nahezu in einer Ebene befindlichen Geflecht der Froschhornhaut treten nun an vielen Stellen sehr feine Aeste ab, welche hinter und vor (bis etwa an die Grenze des vorderen Drittels) dem gröberen Geflechte eine dichte gitterartige Nervenausbreitung in der Substanz der Hornhaut bilden. Auch in diesem Gitter sind wirkliche Anastomosen zweifelhaft, in den Knoten der feinsten Bündel auch dieses Geflechtes finden sich noch hie und da Kerne angelagert, aber wieder keine ganglösen Anschwellungen. Die feinsten Fäden verlieren sich allmählich in dem Hornhautgewebe, ohne dass man im Stande wäre, über ihr Ende ein bestimmtes Urtheil zu gewinnen. Die beschriebene Nervenausbreitung hat ENGELMANN[1]

[1] l. c. p. 47.

als Nervenausbreitung im eigentlichen Hornhautgewebe getrennt von den Nerven des Hornhautepithels [1]. Diese sind Zweige des früher beschriebenen grösseren Geflechtes, welche steil durch das Hornhautgewebe bis zum äusseren Epithel vordringen. Dazu gesellen sich einzelne feine marklose Fasern, welche direct vom Lateralrande nach vorne zum Epithel treten. 40—60 beträgt die Zahl aller dieser Nervenstämmchen in jeder Hornhaut. An der Grenze zwischen Hornhautgewebe und äusserem Epithel geben diese Nerven eine verschiedene Anzahl von Aesten ab, welche nach verschiedenen Richtungen hin parallel der Hornhautoberfläche verlaufen und schliesslich zum Theile ungetheilt, zum Theile nach wiederholten Theilungen zwischen die langen Zellen der tiefsten Lage des Epithels gelangen; so entsteht dort wieder ein dichtes Geflecht, aus welchem Endfäden zwischen die unterhalb der plattenförmigen Zellen liegenden Zellschichten des Epithels gelangen. Alles, was in der eben gegebenen Darstellung hervorgehoben wurde, bestätigen gelungene Goldpräparate auf das Schönste. Einen Durchtritt der Endfäden durch die ersteren habe ich bisher beim Frosche nicht beobachtet. Eine Verbindung aller der früher beschriebenen Hornhautnerven mit den Hornhautkörperchen (KÜHNE) kommt nicht vor (ENGELMANN).

Die feinen, geraden Striche, welche LIPMANN [2]) zwischen feinsten Nervenfasern der Hornhaut und den nucleolis der Hornhautkörperchen auf Grund von Goldpräparaten zeichnet, ebenso die geraden Striche, welche von den nucleolis der Endothelzellen der Descemetischen Haut ausgehend gezeichnet werden, habe ich an einer grossen Anzahl äusserst gelungener Goldpräparate der Froschhornhaut immer vergebens gesucht. Ich muss vielmehr gerade auf Grund dieser Goldpräparate behaupten, dass man die feinsten Nervenfasern im Hornhautgewebe immer an den Hornhautkörperchen und ihren Ausläufern vorbeilaufen sieht, also eine Verbindung der Hornhautkörperchen mit Nerven daran nicht nachgewiesen werden kann.

Der Rand der Hornhaut (Hornhautfalz, Limbus corneae).

Dieser interessirt uns wegen der dort stattfindenden Uebergänge und Verbindungen der früher beschriebenen Hornhautschichten.

Das äussere Epithelium *aa'* Fig. 393 geht ohne Unterbrechung in das Epithel der Bindehaut *a' a''* Fig. 393 über. Man findet manchmal in sehr unrichtiger Weise das äussere Epithel zusammen mit der vorderen Grenzschichte des Hornhautgewebes (Lamina elastica anterior) als Conjunctiva corneae bezeichnet (z. B. bei KÖLLIKER [3]). Die vordere Grenzschichte stimmt aber weder im Bau mit dem eigenthümlichen Stromagewebe der Conjunctiva bulbi überein, noch auch finden sich Faserübergänge zwischen beiden vor. Das Stroma der

1) l. c. p. 19.
2) VIRCHOW's Archiv. Bd. 38. p. 218. Taf. VII, Fig. 1—6.
3) Handbuch. Leipzig 1867. p. 647.

Conjunctiva *kk* Fig. 393 endigt keilförmig zugeschärft zwischen dem Epithel und dem Hornhautgewebe. Das letztere *bb'* Fig. 393 geht in die Sclera *b' b''* über, und schieben sich beim Menschen die äusseren Theile der Sclera weiter in der Richtung gegen das Centrum corneae vor, als die mittleren und inneren, und die letzteren wieder mehr als die mittleren, so dass auf einem meridionalen Schnitt die Grenze, wo sich die durchsichtigere Hornhaut von der undurchsichtigeren Sclera scheidet, bogenförmig erscheint (Fig. 393). Es ist sehr schwer, über das eigentliche Verhältniss des Hornhautgewebes und des Bindegewebes der Sclerotica ins Reine zu kommen.

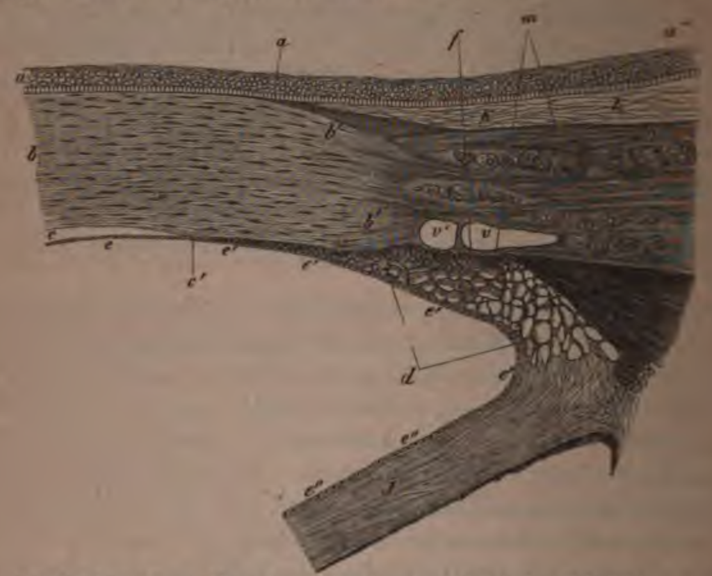


Fig. 393. Hornhautrand vom Menschen auf einem meridionalen Schnitte. *aa'* äusseres Epithel der Hornhaut, *a'a''* Epithel der Conjunctiva bulbi, *bb'b'* Hornhautgewebe, *b'b'b''b''* Sclerotica, *kk* Conjunctiva, *vv'* Schlemm'scher Canal, *cc'* Descemetische Haut, *d* Irisfortsatz, *J* Iris, *e* Endothel der Descemetischen Haut, *e'e'e'* des Ligamentum pectinatum Iridis, *e''e''e''* der Iris, *f* Balkengewebe des Fontana'schen Raumes, *m* Musculus ciliaris.

Anscheinend gehen die beiderlei Fasern auf Schnittpräparaten ohne Unterbrechung in einander über, und Aehnliches nimmt man auf Zupfpräparaten wahr. Bei der ungemeinen Feinheit sowohl der Cornea- als der Sclerotica-fibrillen ist diesem Befunde aber nicht allzusehr zu trauen. Es würde eben auch, wenn kein continuirlicher Uebergang stattfände, sehr schwer sein, die beiderlei Fasern aus einander zu bringen, und sich von ihren natürlichen Enden zu überzeugen.

Mir ist es wahrscheinlich, dass die Gewebe sich nur innig in einander schieben. Sprengt man durch Einstichinjection wie oben das Cornealgewebe bis an den Limbus und extrahirt die Injectionsmasse wieder, dann sieht man das in dünne Blätter auslaufende schwammig erscheinende Cornealgewebe und dünne Lagen dichten Scleroticalgewebes in einander geschoben.

Vorzüglich macht aber die chemische Verschiedenheit des Hornhautgewebes und Bindegewebes den directen Faserübergang unwahrscheinlich. Schnitte von in Essig gekochten und getrockneten Stücken der häutigen Kapsel des Augapfels, welche den Limbus corneae enthalten, eignen sich ganz vortrefflich zur Doppeltinction mit Carmin und Pikrinsäure (SCHWARZ [1])), und an solchen Präparaten kann man sich davon überzeugen, dass die Cornea sich gelb färbt, während die Sclerotica, wie alles Bindegewebe sich roth färbt. In der Cornea erscheinen nur die Körperchen roth.

Die Membrana Descemetii *cc'* Fig. 393 schärft sich an ihrer Grenze *c'* zu, und zwar geschieht dies beim Menschen schon in beträchtlicher Entfernung vom Winkel der vorderen Augenkammer. Sie hört aber an ihrem Rande nicht abgeschnitten auf, sondern steht im Zusammenhange mit eigenthümlichen Fasern (HENLE [2])), die anfangs unregelmässig und mit verschlungenen Grenzen (SCHWALBE [3])) verlaufen, nachdem sie sich aus der Descemetischen Membran mit breiteren oder schmäleren Ansätzen erhoben haben und schliesslich einen ringförmigen Gürtel am Rande der Descemetischen Membran darstellen (IWANOFF und ROLLETT [4])), welchem das allmählig auslaufende Ende der letzteren von anfangs noch aussen aufliegt. In diesen Grenzring (SCHWALBE [5])) der Descemetischen Membran gehen die Irisfortsätze Fig. 393 *d* (IWANOFF und ROLLETT [6])) continuirlich über (SCHWALBE [7])) und ebenso die vordersten Balken des den Fontana'schen Raum erfüllenden Netzes Fig. 393 *f*, kurz das sogenannte Ligamentum pectinatum Iridis HUECK's. So wie beim Menschen verhält sich dieser Uebergang auch beim Ochsen und beim Schweine. Beim Hunde dagegen fehlt der Grenzring der Descemetischen Haut und entwickeln sich die Irisfortsätze direct aus faserigen und mit ihren Basen eine mäandrische Zeichnung bildenden Zapfen der Descemetischen Membran (SCHWALBE [8])).

Das Endothel der Descemetischen Haut steht ohne Unterbrechung im Zusammenhange mit dem Endothel der Irisfortsätze, ferner mit dem der vordersten Balken des Fontana'schen Raumes *e'e'* und durch dieses endlich mit dem der vorderen Fläche der Iris *e'' e''* Fig. 393 (IWANOFF und ROLLETT [9]), SCHWALBE [10])).

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 55. 1. Abth. p. 676.
2) l. c. p. 607 und p. 626.
3) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6, p. 278.
4) Archiv für Ophthalmologie. Bd. XV, 1. p. 49.
5) l. c. 6) l. c. p. 19, 36 und 44. 7) l. c. p. 276—280. 8) l. c. p. 279. 9) l. c. p. 39—43 und 49. 10) l. c. p. 283.

VIII.

Conjunctiva und Sclerotica.

Zu dem vorliegenden Aufsatze lag mir ein Manuscript von STIEDA vor. Es war mir dieses schon vor etwa zwei Jahren eingeliefert worden, zu einer Zeit also, um welche der Autor mit dem Plane, nach welchem die speciellen Capitel abgehandelt werden sollen, noch nicht vertraut sein konnte. Zu spät erst habe ich in Erfahrung gebracht, dass die eingelieferte Abhandlung für unsere Zwecke viel zu enge gehalten sei. Ich habe daher um das Erscheinen der letzten Lieferung nicht noch weiter hinaus zu schieben, die Erweiterung auf ein vielfaches Volumen selbständig vorgenommen. Ich war dabei zumeist nur Compilator.

Die Abbildungen sind nach Präparaten von E. KLEIN angefertigt worden, und im Uebrigen benutzte ich neben dem Manuscripte von STIEDA ein für diese Zwecke gearbeitetes Manuscript von E. KLEIN, die Handbücher von HENLE, KÖLLIKER, LEYDIG, die Monographie von E. BRÜCKE und die Abhandlungen von SCHMID und HELFREICH. Von den zuletzt genannten vier Autoren habe ich unter Anführungszeichen wörtlich abgeschrieben. Nur in Rücksicht auf die Nerven habe ich, mit den Händen eines Schülers bewaffnet, eigene Arbeit eingesetzt, welche, wie die Leser finden werden, fast resultatlos blieb.

S. Stricker.

An dem oberen und unteren Augenlide lassen sich je zwei Abtheilungen unterscheiden. Die eine, dem Lidrande nähere, ist durch eine feste Bandscheibe, Tarsus, gestützt, während die andere, dem knöchernen Rande der Orbita nähere Abtheilung einer solchen festen Stütze entbehrt. HENLE nannte die eine »Tarsaltheil«, die andere »Orbitaltheil«.

Jedes dieser Lider ist zusammengesetzt aus einer äusseren Hautplatte, einer inneren Schleimhautplatte und einer mittleren Schichte, in welcher sich die Muskelfasern des Orbiculus palpebrarum und der Tarsus befinden.

Die äussere Hautplatte ist eine Fortsetzung der Gesichtshaut, welche an dem freien Lidrande continuirlich in die hintere Schleimhautplatte übergeht. Diese letztere bekleidet das Lid nach innen bis an den knöchernen Rand der Orbita, biegt daselbst ab, um den Augapfel zu erreichen, auf dessen vorderem Abschnitte sie bis zu dem Cornealrande zu verfolgen ist.

So weit als diese Schleimhaut den Lidern anliegt, heisst sie Conjunctiva palpebrarum; die Umbeugungsstelle wird als Fornix conjunctivae bezeichnet;

der den Augapfel bekleidende Theil endlich wird Conjunctiva bulbi genannt. Am inneren Augenwinkel bildet die Conjunctiva bulbi eine Falte, Plica semilunaris, welche auch als Andeutung eines dritten Lides oder einer Nickhaut angesehen wird. HEINRICH MÜLLER hat in dieser Falte glatte Muskelfasern gefunden, und es werden daher auch diese als Rudimente eines Nickhautmuskels angesehen.

Bei den Haussäugethieren hat LEYDIG [1]), beim Elephanten HARRISON die in der Nickhaut befindliche derbe Platte als aus ächten Knorpeln bestehend gefunden.

Bei den Batrachiern ist die Nickhaut durch ihre Structur und ihre optischen Verhältnisse besonders ausgezeichnet. Sie ist im frischen (lebenden) Zustande so durchsichtig, dass sie unmittelbar nach dem Ausschneiden, und in Kammerwasser oder Blutserum ausgebreitet, mit den stärksten Vergrösserungen untersucht werden kann. Trägt man zumal die dicken Ränder ab, so bleibt dann ein für starke Vergrösserungen besonders geeignetes, vollständig ebenes Stück übrig.

An einem solchen Präparate hat man Gelegenheit, Epithelien, Bindegewebe, Blutgefässe, Nerven und Drüsen frisch zu untersuchen. Vor Allem präsentiren sich hier die frischen Blutgefässe mit einer solchen Eleganz, wie es an keinem bis jetzt gekannten Organ erwachsener Thiere nach dessen Abtrennung vom lebenden Körper der Fall ist. Ferner hat man Gelegenheit, die einfachen flaschenförmigen Drüsen mit ihrem das äussere Epithel durchbohrenden Ausführungsgange in allen Tiefen durchzumustern. Endlich kann man markhaltige Nervenfasern einzeln oder zu Bündeln vereinigt in einem Zustande untersuchen, von dem sich aussagen lässt, dass er dem Leben wenigstens sehr nahe kommt.

STRICKER hat vor mehreren Jahren an den capillaren Blutgefässen solcher Nickhäute freiwillige Contractionen beobachtet. Diese Beobachtung ist aber bis jetzt noch von Niemandem bestätigt worden.

Die Hautplatte, sowohl des oberen als auch des unteren Lides des Menschen, ist dünner als die Gesichtshaut, und auf ihrer Unterlage leicht verschiebbar. Die Epidermis besteht da aus einer nur schwachen Hornschicht und einem aus mehreren Lagen polyedrischer Zellen zusammengesetzten rete Malpighii. Das Corium besitzt beim Neugebornen nur wenige kleine unregelmässige, beim Erwachsenen deutlich ausgebildete Gefässschlingen haltende Papillen. Es besteht aus lockerem fibrillärem Bindegewebe, in dessen vorderen Lagen namentlich viele verästigte Zellen vorhanden sind, und ist übrigens arm an elastischen Fasern.

Das subcutane Gewebe besteht aus einem oberflächlichen dichteren und einem tieferen weniger dichten Fasergefüge. In den tieferen Lagen kommen in der Nähe des Orbitalrandes wenige Fettzellen vor.

1) Lehrbuch der Histologie 1857.

Die vordere Hautplatte setzt sich bis etwa zur Hälfte des circa 2 Mm breiten Lidrandes fort; das rete Malpighii ist aber hier mächtiger und sind auch die Papillen des Coriums zahlreicher und mächtiger als an der vorderen Lidfläche.

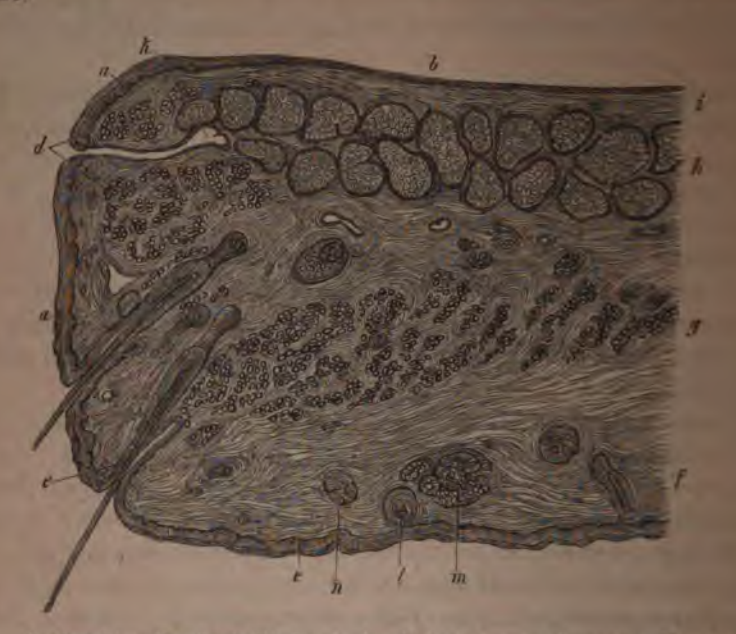


Fig. 394. Senkrechter Durchschnitt durch das Lid eines neugeborenen Kindes. Verg HARTNACK. Oc. 3, Ob. 2. *a* Epithel des freien Lidrandes *b* Epithel der Conj. palpebrarum *c* Epidermis der Lidhaut. *d* Portio Riolani. *e* Cilien. *f* Cutis. *g* Musc. sphincter orbic *h* Meibom'sche Drüse. *i* Conjunctivalgewebe zwischen Meibom'scher Drüse und Epithel *k* Ausführungsgang der Meibom'schen Drüse. *l* Haar-, *m* Talgdrüse. *n* Schweissdrüse.

Die Cutisplatten der Lider besitzen Haare und Drüsen.

Die Haare der vorderen Fläche sind beim neugeborenen Kinde grösser als beim erwachsenen Menschen, bei welchem sie nur spärlich vorkommen und sehr dünn und klein sind. Die Haartaschen und die dazu gehörigen Talgdrüsen wurzeln in der oberflächlichen dichteren Lage des subcutanen Gewebes.

Die Wimperhaare sind klein bogenförmig gekrümmt und sind der vorderen Hautplatte am Lidrande in zwei bis vier Reihen eingefügt. Ihre circuläre Muskellage ist sehr stark entwickelt, besonders in den unteren Theilen der Haartasche. In den Hals der Haartasche mündet jederseits eine Talgdrüse.

Die Lebensdauer der Cilien ist nach den Untersuchungen MOLL's etwa 100 Tage. In Folge eines offenbar raschen Haarwechsels findet man an den Lidrändern zumeist mehrere Entwickelungsstadien.

Ausser dem Wechsel der Haare, welcher in der gewöhnlichen, p. 610, geschilderten Weise vor sich geht, findet auch eine Bildung neuer Haare,

unabhängig von bereits bestehenden Haartaschen statt durch directes Hineinwachsen des rete Malpighii.

Die Schweissdrüsen an der vorderen Hautplatte sind kleine rundliche Körper, welche aus einem zum Knäuel gewundenen Canal gebildet sind; an dem Knäuel steigt ein kurzer Ausführungsgang ziemlich gerade in die Höhe und mündet, die dünne Epidermisschicht durchbohrend, aus. Da die Epidermis sehr dünn ist, so ist ein korkenzieherförmiger Verlauf des Ausführungsganges hier kaum wahrnehmbar.

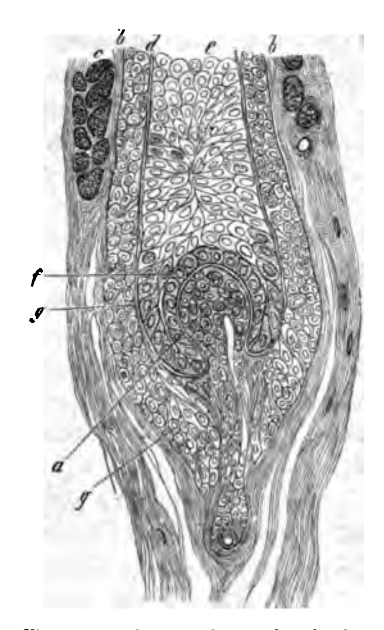


Fig. 895. Längsschnitt durch die Wurzel einer Cilie vom Neugebornen. Vergr. Hartnack. Oc. 3, Obj. 7. *a* Papille des Haares. *b* Längsfaserhaut d. Haarbalges. *c* Quergestreifte Muskel *d* Glashaut des Haarbalges. *e* Zellen d. äusseren Wurzelscheide. *f* Lage von Zellen, welche die Glashaut der Papille bedecken. *g* Circulare Muskelhaut des Haarbalges.

Im unteren Abschnitt der vorderen Schicht sind die Schweissdrüsen von ganz abweichender Form. Jede Drüse erscheint als ein cylinderförmiger Canal, welcher blind anfangend, leicht geschlängelt verläuft. Während die anderen Drüsen senkrecht zur Fläche der Haut stehen, daher bei der Dünnheit der vorderen Lamelle nur äusserst klein sein können, sind die erwähnten Drüsen des unteren Abschnittes beträchtlich grösser. Sie verlaufen der Oberfläche der Haut parallel; ihr blindes Ende befindet sich zwischen der vorderen und mittleren Lamelle weit oben, der Ausführungsgang der Drüse unten nahe dem Lidrand. Der Drüsenschlauch zeigt auf Querschnitten ein kreisförmiges Lumen, besitzt eine bindegewebige Hülle, zuweilen mit Längszügen glatter Muskelfasern, und ist von einer Zellenschicht ausgekleidet. Es sind diese Zellen eine Fortsetzung des rete Malpighii; etwas tiefer werden sie durch cylindrische Zellen abgelöst, welche beim Neugebornen bis an den Grund reichen, beim erwachsenen Menschen aber in den tiefsten bis in die weniger dichte Lage des subcutanen Gewebes hineinreichenden Abschnitten durch cubische Zellen ersetzt werden; zuweilen enthalten diese ein gelbbräunliches Pigment. In der Nähe der Mündung verengert sich der Canal und mündet dann trichterförmig gewöhnlich in den Balg eines Wimperhaares, selten daneben isolirt. Die Zellenauskleidung des Schlauches geht allmählig in die Zellen der Oberhaut über. — Es ist diese Abart der Schweissdrüsen zuerst von Moll [1] näher beschrieben worden.

Die Bindegewebsbündel des tieferen lockeren Abschnittes des subcutanen

1) Bydragen tot de nat. der oagleden. Utrecht 1857.

obere Lid untersten Bündel sich zwischen die Wurzel der vordersten
und die die vordere Lidfläche bekleidende Haut einschieben.

Von diesen letzten Bündeln zweigen sich einzelne Fasern ab, um
zwischen die Cilien, theils gegen die vordere Lidkante vorzudringen.

Ausser diesem Muskel besitzt das Lid noch den quergestreiften s
Ciliaris Riolani. Derselbe besteht fast immer aus zwei Portionen, welche
parallel und nahe dem Lidrande verlaufen.

Die grossere Portion desselben — eigentlich ein grosses Bundel —
zwischen der hintersten Cilie und dem Ausführungsgange der Meibom
Drüsen, während die kleinere Portion aus 3—5 kleineren Bündelchen
stehend — nachst der hinteren Lidkante zwischen der Mucosa der Conju
und dem Halse des Ausfuhrungsganges der Meibom'schen Drüsen e
bettet ist.

Das Maschenwerk, welches die Bündel dieser beiden Portionen d
zieht, und in dessen Lücken je eine quergestreifte Muskelfaser liegt, ist
Neugebornen ein sehr zierliches Netzwerk verastigter kernhaltiger Zellen

Die Meibom'schen Drüsen sind in der Zahl von 30—40 im ob
20—30 im unteren Augenlid vorhanden. Sie sind eingelagert in eine
zwischen der mittleren und hinteren Schichte befindliche Masse, w
durch Praparation von den ubrigen Theilen getrennt werden kann
Augenlidknorpel — Tarsus — genannt zu werden pflegt. Auf Sch
zeigt sich, dass der sogenannte Tarsus continuirlich mit dem bindegewe
Substrat der mittleren und hinteren Schichte zusammenhängt, und sich
durch besondere Anordnung und Aussehen des ihn bildenden Gewebes
der Umgebung unterscheidet. Das Gewebe des Tarsus besteht aus
oder weniger regelmassig verlaufenden Bindegewebszügen, deren F
breiter, glanzender und resistenter gegen Reagentien als die des übri
Bindegewebes sind. In der nachsten Umgebung der Drusen laufen die

gang des Tarsalbindegewebes in das Bindegewebe der anstossenden Schicht geschieht allmählig, indem gewöhnlich fibrilläres Bindegewebe den starren Fasern des Tarsus Platz macht.

Die Meibom'schen Drüsen sind reihenweise parallel zur Oberfläche eingebettet, und zwar so, dass sie mit ihrem Ausführungsgange am freien Lidrande nahe der hinteren Lidkante münden, mit ihrem Grunde jedoch die Grenze zwischen der Conjunctiva palpebrae und Fornix conjunct. nicht ganz erreichen. Eine jede Meibom'sche Drüse besteht aus einem relativ weiten Ausführungsgange, der nach allen Seiten kurze kolbig aufgetriebene Acini aufsitzen hat. Der Ausführungsgang ist nächst der trichterförmigen Mündung am engsten, — Hals des Ausführungsganges, — und zeigt gegen den Grund der Drüse zu mehrfache Erweiterungen, Acini. Jeder Acinus ist ein kugel- oder eiförmiges Gebilde, das bis an den Ausführungsgang von Zellen erfüllt erscheint. Es giebt viele Stellen an einer Drüse, wo zwei oder drei enge beisammen liegende Acini nicht selbständig in den Hauptausführungsgang einmünden, sondern ihre Nebenausführungsgänge vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Gange, der als solcher erst in den Hauptausführungsgang einmündet. In diesem Falle erscheint der Hauptausführungsgang bedeutend erweitert.

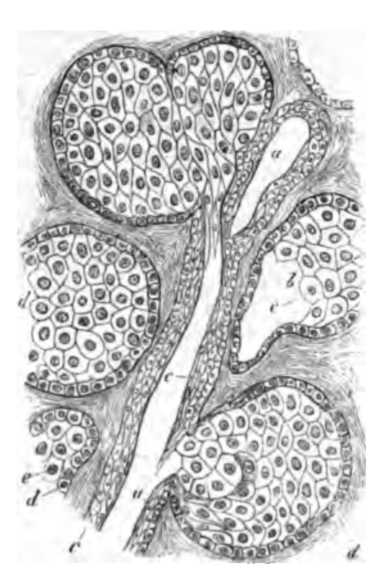


Fig. 396. Längsschnitt durch einen Theil der Meibom'schen Drüse von Neugebornen. Vergrösser. HARTNACK. Ocul. 3, Obj. 8. *a* Ausführungsgang. *b* Acini. *c* Geschichtetes Epithel des Ausführungsganges. *d* Lage cubischer Epithelzellen, welche die Propria bekleiden. *e* Fetthaltige Epithelzellen der Acini.

Das Epithel des Hauptausführungsganges ist ein geschichtetes Pflasterepithel und besteht zu oberst aus einer oder zwei Reihen abgeplatteter, mit oblongen Kernen versehener Zellen, darauf folgt eine Reihe, oder es folgen zwei Reihen polyedrischer, mit rundlichen Kernen versehener Zellen, und endlich liegt der Membrana propria zunächst eine Reihe schief gestellter, im frischen Zustande granulirter, in Carmin und Chlorgold sich stark tingirender cylindrischer oder cubischer zelliger Gebilde an.

In den Nebenausführungsgang der einzelnen Acini setzt sich die unterste aus cubischen oder cylindrischen, und die oberste aus abgeplatteten Zellen bestehende Lage fort. An jedem Acinus unterscheiden wir eine Membrana propria, welche zuweilen structurlos, zuweilen (an Chlorgoldpräparaten) mit Netzen platter verästigter Gebilde versehen erscheint. Die Membrana propria wird von einer Lage granulirter cubischer oder kurzcylindrischer Zellen bekleidet, welche sich leicht und stark tingiren und im Innern rundliche Kerne tragen.

Diese Zellenlage erweist sich als directe Fortsetzung der tiefsten Zellenlage des Ausführungsganges. Das Innere des Acinus ist erfüllt mit scharf begrenzten, gegen einander abgeplatteten Gebilden, die gegen das Innere des Acinus an Grösse zunehmen, im frischen Zustande mit einer stark lichtbrechenden Substanz (Fett) gleichmässig erfüllt erscheinen. Untersucht man diese Gebilde an Präparaten, die vorher in absolutem Alkohol und Nelkenöl gelegen hatten und in Damarfirniss eingeschlossen sind, so zeigt jedes der erwähnten Gebilde einen scharf begrenzten Kern und in einzelnen Fällen auch noch im Innern ein äusserst zartes feines Netzwerk.

Nahe dem Fornix der Conjunctiva liegen in dem als Tarsus bezeichneten Abschnitte des submucösen Gewebes ausserdem wahrscheinlich Schleim secernirende Drüsenschläuche, die ausserordentlich stark geschlängelt sind.



Fig. 397. Durchschnitt durch jenen Theil des Tarsus, in welchem die schlauchförmigen Drüsen liegen. Vergr. Hartnack. Ocul. 3, Obj. 8. Chlorgoldpräparat. *a* Zellennetze des Tarsus. *b* Schlauchförmige Drüsen. *c* Epithel der Drüsenschläuche.

Der Drüsenschlauch wird von einer Membrana propria begrenzt, welcher im Allgemeinen nur eine Reihe cylindrischer granulirter Zellen anliegt. Zuweilen scheinen zwei Reihen kleiner pflasterförmiger Zellen da zu sein. Der kurze Ausführungsgang der Drüse, der denselben Bau zeigt, durchbohrt in schiefer Richtung die Conjunctivalschleimhaut, um in den Conjunctivalsack auszumünden.

Es dürften diese Drüsen den von Krause und Sappey an der Uebergangsstelle der Conjunctiva palpebrarum in den Fornix beschriebenen traubenförmigen Schleimdrüsen entsprechen.

Die hintere Schicht, die Bindehaut erscheint im frischen Zustande leicht geröthet, sammetartig; sie ist nicht überall gleich dicht, sondern nimmt vom Lidrand allmählig an Mächtigkeit zu und verdünnt sich beim Uebergang auf den Augapfel abermals. Die Bindehaut ist nicht glatt, sondern durch rinnenartige Vertiefungen nach allen Richtungen durchfurcht und durchsetzt. Die bald tief, bald flach, bald gerade, bald schräg in das Gewebe der Bindehaut eindringenden Rinnen und Furchen kreuzen einander und theilen somit dasselbe in eine Anzahl unregelmässiger verschieden gestalteter Inseln, welche von den Autoren als Papillen oder papillenartige Erhebungen beschrieben werden. Mitunter bilden die Furchen kein überall zusammenhängendes Netz, sondern erscheinen völlig isolirt von einander unter der Form von rinnen-

artigen oder grubenartigen Vertiefungen. Nahe dem Lidrand sind die Furchen zahlreich, aber flach, weiter nach oben werden sie tiefer und an der Uebergangsfalte gehen sie ohne scharfe Grenze über in die hier befindlichen Vertiefungen zwischen den Längsfalten, welche diesem Abschnitte der Bindehaut das faltige Ansehen geben.

Es kommen aber ausserdem auch wirkliche Papillen vor. Beim neugebornen Kinde sind nur in der Nähe des Fornix conjunctivae gefässhaltige Papillen anzutreffen. Anders ist dies Verhältniss beim Erwachsenen. Da finden sich schon nahe dem Lidrande vereinzelte kleine Papillen, die gegen den Fornix an Höhe und Breite zunehmen. Wo die Conjunctiva des Lides keine Papillen besitzt, liegen die dichten Netze ausserordentlich weiter Blutgefässcapillaren nächst dem Epithel der Fläche nach ausgebreitet, da wo sich aber Papillen finden, erhebt sich aus dem oberflächlichen Gefässnetze für je eine Papille je eine Schlinge.

Das Epithelium der Conjunctiva ist geschichtet, an der hinteren Hälfte des freien Lidrandes ist es am stärksten ausgebildet, von der hinteren Lidkante rasch an Dicke abnimmt, und an der hinteren Lidfläche nur aus einer obersten Lage stark abgeplatteter, je einen zusammengedrückten oblongen Kern besitzender Zellen, dann zwei oder drei mittleren Lagen polyedrischer und einer tiefsten Lage cylindrischer Zellen besteht.

Die sehr zarte und dünne Conjunctivalschleimhaut des Lides besteht aus einer lockeren bindegewebigen Grundlage, in welcher nur spärliche elastische Fasern angetroffen werden.

Dagegen ist die Schleimhaut ausserordentlich reich an verästigten Zellen, welche namentlich unter dem Epithel ein schönes Netzwerk darstellen.

Ich entnehme einer vor Kurzem erschienenen Abhandlung von SCHMID »Lymphfollikel der Bindehaut des Auges« folgende Angaben über diese in dem Citate genannten Gebilde. [1]) BRUCH beschrieb zuerst in einem Anhange zur Erläuterung der Peyer'schen Plaques im Dünndarme ähnliche Gebilde auf der Conjunctiva des unteren Augenlides des Ochsen. Er bezeichnet sie als geschlossene makroskopisch sichtbare Bälge, durch deren Pulpa sich ein Capillargefässnetz verbreitet. Man nannte diese Bälge Bruch'sche Haufen. STROMEYER beschrieb geschlossene Follikel bei den Hausthieren und den Thieren des Waldes. Die Follikel sollen besonders im inneren Augenwinkel und unter der Membrana nictitans sitzen, am oberen Lide aber vorzugsweise entwickelt sein. Er erklärte sie für pathologische Gebilde wegen der Unregelmässigkeit und Inconstanz ihres Vorkommens, wegen der durch sie entstehenden Rauhigkeit, und der durch sie bedingten krankhaften Erscheinungen, wie z. B. der Injection, die selbst auf die Gefässe des Bulbus übergehe. HENLE bezeichnete sie als Trachomdrüsen. W. KRAUSE fand Lymphfollikel auch beim Kaninchen,

1) BRAUMÜLLER, Wien 1870. In diesem Hefte ist auch die einschlägige Literatur nachzusehen.

Fuchse und bei Vögeln. Er betonte zuerst ein constantes Vorkommen und erklärte sie für physiologische Gebilde.

Kleinschmidt fand solche Follikel beim Menschen und bei den Haus-säugethieren.

Huguenin (unter Leitung Frey's) sprach sich im ähnlichen Sinne aus. Er fand die Maschen des Bindegewebsnetzes in der Peripherie der Follikel enger, unregelmässig, die Trabekel dicker, im Centrum hingegen die Maschenräume grösser, die Trabekel dünner. Das zwischen den Follikeln liegende Gewebe sei von Lymphzellen durchsetzt. In diesem Gewebe treten Lymphbahnen auf in Form von länglichen, ovalen Lücken ohne Spur von Gefässwand. Die Blut-gefässinjectionen zeigten reichliches Astsystem in der interfolliculären Substanz; die Follikel sind von arteriellen Gefässen umzogen, die Follikelkappe gefässarm.

Blumberg (unter Stieda's Leitung) giebt an, dass beim Schweine die Schleimhaut der Conjunctiva mit Ausnahme des Tarsaltheiles aus adenoidem Gewebe bestehe und Trachomfollikel besitze; sie fehlten aber bei jungen Schweinen. Beim Hunde sei das Grundgewebe der Schleimhaut, sowie die des Conjunctivalblindsackes adenoides Gewebe; an der Tarsalbindehaut habe das reticuläre Gewebe nur spärlich Lymphzellen. In der Schleimhaut der Nickhaut zahlreiche Trachomfollikel, oft auch an der äusseren Fläche derselben, am Tarsus dagegen fänden sich nur zuweilen Trachomfollikel in grosser Anzahl; an der Uebergangsfalte lägen Trachomfollikel mit sichtbarem allmähligem Uebergange des adenoiden Gewebes in die Substanz derselben; in der Conjunctiva bulbi seien oft Trachomfollikel. Bei neugebornen Hunden fände man weder adenoides Gewebe noch Trachomfollikel. Aehnlich sollen die Verhältnisse sein bei Kaninchen, Pferd und Rind; bei der Katze hingegen soll die Grundsubstanz aus fibrillärem Bindegewebe bestehen und sollen keine Trachomfollikel vorkommen. Endlich erklärt auch noch Wolfring gleich Stromeyer und Blumberg die Lymphfollikel der Bindehaut für pathologische Gebilde.

Schmid hat nun seine Untersuchungen angestellt an Hunden, Schweinen, Schafen und Kindern in verschiedenen Lebensaltern, beginnend von der ersten Woche des Lebens, dann an Katzen, Ratten und Fischottern im erwachsenen Zustande. Er fand, dass die Follikel bei den genannten Thieren hauptsächlich auftreten, einmal am inneren Augenwinkel und an dem Uebergangswinkel der Conjunctiva des dritten Lides auf den Bulbus. Um die Follikel makroskopisch deutlich erkennbar zu machen, setzte er die Organe durch einige Stunden der Wirkung einer halbprocentigen Salzsäurelösung aus.

An Thieren aus der ersten Lebenswoche konnte er keine Follikel auffinden. Das Gewebe der Conjunctiva palpebrarum und Uebergangsfalte ist ein diffus adenoides; die Conjunctiva bulbi participirt nur mit einem relativ sehr kleinen Theile am Uebergangswinkel an dieser Gewebsform.

In der zweiten Lebenswoche findet man stellenweise grösseren Gefässreichthum und reichere Zellenanhäufung. Bindegewebszüge in besonderer Anordnung mit stärkeren Blutgefässen umschliessen diese Stellen, deren äussere Formen nun noch mehr hervorgehoben werden durch Einkerbungen der Epithelfläche oder des submucösen Gewebes. Am Ende der dritten Lebenswoche ist der Follikel geformt.

Die von Schmid geschilderten Structurverhältnisse zeigen, dass wir es hier in der That mit Gebilden zu thun haben, welche den Lymphfollikeln durchaus ähnlich sind.

Es erübrigt daraus nur hervorzuheben, was über die Lymphbahnen gesagt wird. Schmid hat die Injectionen mit der Handspritze mittelst Einstich ausgeführt. Als geeignet zum Einstich empfiehlt er die nächste Nähe des Limbus.

In der ganzen Conjunctiva fand er, wie dieses Teichmann schon von dem Limbus conjunctivae des Menschen gezeigt hat, ein oberflächliches und ein tiefer liegendes Netz von Lymphbahnen, welche durch vielfache Anastomosen mit einander verbunden sind. Die Lymphbahnen des Limbus conjunctivae sind mit denen der übrigen Conjunctiva nur durch spärliche Anastomosen verbunden. Das oberflächliche Netz stellt sich durch schmälere feinere Bahnen dar, die eine sehr gleichmässige Begrenzung haben. Häufig sieht man von ihnen seitliche, blind endende, bald mehr zugespitzte, bald relativ breitere, kurze Ausläufer ausgehen. Die tiefer liegenden Bahnen sind dagegen breiter, mit mehr unebener Begrenzung, und bieten häufig die charakteristischen Klappenstellen dar. Im Allgemeinen liess sich constatiren, dass der Limbus conjunctivae ein sehr feinmaschiges Netz darbietet, die Anastomosen besonders der oberflächlichen Schichte des Bulbus weitere, dagegen die Uebergangsfalte, sowie auch die Lider wieder dichtere reichliche Anastomosen darbieten.

Die Conjunctiva schlägt sich vom Lide auf die vordere Fläche des Bulbus als dünne, durch sehr lockeres Gewebe an die Umgebung angeheftete Membran um und bildet dadurch den als Fornix conjunctivae bekannten Abschnitt. Das Epithelium, das diesen Theil des Conjunctivalsackes bekleidet, ist in vieler Beziehung verschieden von dem Epithel der Lidbindehaut. Es besteht aus 2—4 Schichten; die obersten Zellen sind kegelförmig, mehr cylindrisch, während die darauf folgenden Schichten aus polyedrischen oder rundlichen kleinen Zellen zusammengesetzt sind. Die Schleimhaut besitzt keine ausgesprochenen Papillen und unterscheidet sich nur wenig von der des Lidtheiles; sie ist reich an elastischen Fasern, ebenso an verästigten Zellen und oberflächlichen Netzen weiter Capillargefässe.

Für die Conjunctiva bulbi ist nur hervorzuheben, dass sie mit einem geschichteten Pflasterepithelium bedeckt ist, das aus denselben Schichten besteht, wie das Epithelium des freien Lidrandes; die Oberfläche der Schleimhaut ist nicht glatt, sondern zeigt vereinzelte gut ausgebildete Papillen, die

gegen die Cornea zu an Grösse und Zahl abnehmen, und in der nächsten Nähe derselben ganz aufhören. Auch das Epithelem nimmt gegen den Cornealrand an Dicke ab, erreicht am Cornealrand selbst seine geringste Dicke, um von da angefangen wieder mächtiger zu werden.

Das Epithel der Cornea ist eine directe Fortsetzung des Epithels der Conjunctiva bulbi, man kann jedoch als Unterschied zwischen beiden Folgendes angeben. Die Epithelzellen der tiefsten und mittleren Schichten sind an der Cornea schärfer abgegrenzt als an der Conj. bulbi und zugleich durchsichtiger. Bei vielen Thieren besitzen die Epithelzellen der genannten Schichte der Conjunctiva bulbi nächst dem Cornealrande im Kerne und im Zellenkörper dunkle Pigmentkörnchen.

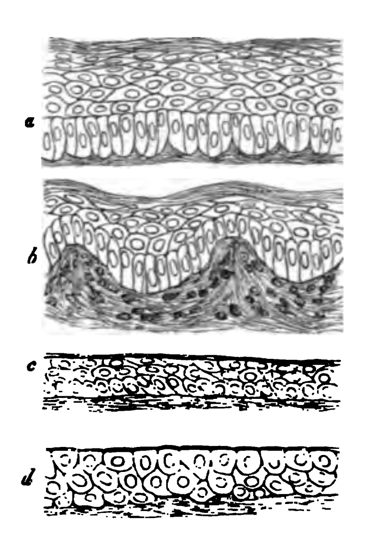


Fig. 398. *a* Epithel der Conjunctiva des Lidrandes. *b* Epithel der Conjunctiva bulbi. *c* Epithel der Conjunctiva palpebrarum. *d* Epithel des Fornix conj. Sämmtlich aus Querdurchschnitten von Chlorgoldpräparaten. Vergrösser. Hartnack. Ocul. 3, Obj. 8.

Ueber die Nerven der Conjunctiva liegt uns eine Arbeit von Helfreich [1]) vor, aus welcher folgendes Excerpt den Stand der Frage erläutern soll.

»Die ersten Mittheilungen über die nähere Verlaufsweise der conjunctivalen Nerven verdanken wir W. Krause [2]). Nach seiner Beschreibung sollten die zur Conjunctiva tretenden Nerven nach mehrfacher Geflechtbildung und Austauschung von Fasern allmählig in die oberen Schichten der Propria vordringen, schliesslich in eigenthümliche Endorgane auslaufen, die er Endkolben nannte, und an denen er eine bindegewebige Hülle mit Kernen, einen Innenkolben von feingranulirter, mattglänzender Substanz und in der Mitte desselben eine blasse Terminalfaser mit etwas kolbig verdicktem Ende unterschied. Krause gelang es jedoch, ausser beim Menschen, nur noch bei einzelnen Thieren, wie beim Pferd, Rind, Schaf und Schwein diese Endapparate aufzufinden, und auch bei diesen Thieren zeigte sich ihre Zahl verhältnissmässig gering und ihre Vertheilung in hohem Grade ungleich und ungeregelt. Er gab an, wie mitunter auf längeren Strecken nicht ein einziger dieser Endapparate gefunden werden könne, während an anderen Stellen, an die strahlenförmige Ausbreitung weniger Fasern sich anschliessend, eine dichte Zusammenhäufung derselben sich ergebe. Directe Zählungen wurden von ihm der besonderen Schwierigkeiten wegen nicht angestellt, doch sprach er sich nach einer Abschätzung ihrer

1) Würzburg 1869.
2) Ueber terminale Körperchen. 1860.

Menge dahin aus, daß bei den verschiedenen Thieren, wie beim Menschen, die Zahl der in der Bindehaut vorhandenen Endkolben die gleiche sein dürfte, und dass mithin eine auffällig geringere Summe nervöser Endapparate in der Conjunctiva sich finde, wie in der Haut der letzten Fingerglieder. Die Form der Endkolben zeige sich beim Menschen wie bei den verschiedenen Thieren verschieden; bei ersterem wie beim Affen sei sie rundlich, fast kugelig, bei anderen Thieren habe sie im Allgemeinen eine mehr länglich ovale bis ausgeprägt cylindrische Begrenzung; dabei stellten sich die Kolben entweder gerade gestreckt oder leicht gebogen dar. Bezüglich ihrer Dimensionen gab er an, dass sie gewöhnlich im geraden Verhältnisse zur Grösse des Thieres stünden, mit dem Körperumfange also etwas zunähmen, während sie bei sehr jungen Thieren zwar dieselbe Beschaffenheit wie bei erwachsenen, aber eine etwas geringere Ausdehnung besässen. Ihren feineren Bau anlangend, so bestünde die Hülle der Endkolben aus zartem Bindegewebe, in welches das Neurilemm der eintretenden doppeltcontourirten Faser sich fortsetze, und in welcher vielfach Kerne von meist länglicher Gestalt eingelagert seien. Der Innenkolben, der Hauptbestandtheil des ganzen Organes, sei von feinkörniger Beschaffenheit und in dessen Masse die Terminalfaser eingebettet, die das Ende der doppeltcontourirten Fibrille darstelle; an ihrem vorderen Theile zeige sie eine leichte, knopfförmige Anschwellung und erreiche gewöhnlich schon vor der vorderen Begrenzung des Innenkolbens ihr Ende. Beim Menschen findet sich gewöhnlich eine Mehrzahl von Terminalfasern in der Innensubstanz des Kolbens, die zugleich etwas gewunden verliefen und in den meisten Fällen aus einer einzigen zutretenden Faser entstünden.

Die auf Grund dieser Beobachtungen gestützte Behauptung KRAUSE's, dass in diesen Endkolben die einzigen Endigungen der conjunctivalen Nerven gegeben seien, fand energischen Widerspruch durch J. ARNOLD [1], der einmal die KRAUSE'schen Endkolben nicht für präexistent, sondern für Kunstprodukte erklärte und ihre Entstehung dem von KRAUSE angewandten Verfahren zuschrieb, zugleich aber ein blasses Netz von Nervenfasern, in den höheren Gewebsschichten gelegen, als die wirklichen Endigungen der Nerven bezeichnete. KRAUSE habe dieses Netz in Folge seiner Methode, die sich der Maceration der Präparate in Essig oder zur Aufhellung des Kalis bediente, nicht zu Gesicht bekommen können, indem das erste Reagens die oberflächliche Schicht der Schleimhaut zerstöre, das zweite aber alle Theile so durchsichtig mache, dass diese blassen Fasern nicht wahrgenommen werden könnten. Die von KRAUSE beschriebenen Endkolben sollten durch Zerreissung der doppeltcontourirten Fasern entstehen, die theils schon durch die Präparation, weiterhin aber durch die von KRAUSE angewendeten Reagentien hervorgerufen werde, wonach ein Austritt von Myelin statthabe und die zerrissenen Fasern sich aufrollten. Beides täusche die Innenkolben vor, das

[1]) VIRCHOW's Archiv. Bd. XXVI.

Neurilemm der zerrissenen Fasern aber die Bindegewebshülle der Endkolben, und die Terminalfaser endlich werde durch den übrig gebliebenen Achsencylinder dargestellt. Allenthalben liesse sich die jenseitige Fortsetzung der Faser wieder auffinden, und ebenso sei es eine leichte Mühe, an der Peripherie der sogenannten Endkolben Zipfel und Fragmente der Nervenscheide zu entdecken.

Die Einwürfe Arnold's haben in Lüdden und Frey Gegner gefunden, welche wieder das Vorhandensein der Endkolben als sicher gestellt angeben.

Helfreich giebt nun aus seinen eigenen Untersuchungen folgendes Detail an.

Die Eintrittsstellen der für die Conjunctiva bestimmten Nerven sind der innere und äussere Augenwinkel, von wo aus dann in mehr oder weniger bogenförmigem Verlaufe die einzelnen Aeste von den Hauptstämmen sich abzweigen. Dabei ist es jedoch vor Allem der an der inneren Commissur zur Bindehaut tretende Stamm, der die Hauptmasse der Fasern enthält, und in Folge dessen durch seine Mächtigkeit und eine weitaus grössere Anzahl von Aesten sich auszeichnet. Diesen Typus der Nervertheilung konnte er bei allen von ihm untersuchten Präparaten der verschiedenen Thiere constatiren, und weniger belangreiche Differenzen, bei einzelnen z. B. ein mehr nach innen oben stattfindender Eintritt des medialen Hauptstammes, werden nur beiläufig erwähnt. Durch die an den beiden Hauptstämmen rasch eintretende Theilung und Verästelung entsteht namentlich innen ein dichter, zierlicher Plexus, der bei den schwächeren Zweigen auch noch mit einem gegenseitigen Austausche einzelner Fasern verbunden ist. Die Hauptmasse der diesen Plexus constituirenden Aeste strebt nach der vorderen Hälfte des Bindehautsackes, zu dem Lidtheile desselben, während der Fornix nur ganz wenige, kleine Zweige und das viscerale Blatt desselben nur überhaupt den dritten bis vierten Theil der eintretenden Nerven erhält. Wie schon oben bemerkt wurde, ist die Zahl der an der inneren Commissur des Bindehautsackes zutretenden Nerven eine weit grössere als an der äusseren Seite, und dieses Uebergewicht bleibt, trotzdem eine reiche Fasermenge von hier aus für die daselbst befindliche Membrana nictitans abgegeben wird, in der weiteren Vertheilung der Nerven in der Weise ausgeprägt, dass die von innen kommende Nervenverzweigung über die sagittale Mittellinie der Bindehautausbreitung hinüber verläuft und so nur der kleinere, laterale Theil des Sackes von aussen her mit Fasern versorgt wird. Was nun weiterhin eine andere Relation, nämlich die des unteren zum oberen Lide in Rücksicht auf den Gehalt an Nervenfasern betrifft, so ist dieselbe je nach den speciellen anatomischen Verhältnissen des betreffenden Thieres mehr oder weniger different. Beim Frosche z. B., wo die Membrana nictitans vermöge ihrer eigenthümlichen Einrichtung und ihrer Ausdehnung nicht nur das untere Lid vertritt, sondern auch den grössten Theil der Functionen, welche bei anderen Thieren dem oberen Lid zufallen, versieht, durfte der Nervenreichthum derselben den des letzteren um eine ziemlich be-

trächtliche Quote übersteigen. Ein wieder etwas modificirtes Verhältniss findet man bei Vögeln, wo die Nickhaut zwar als integrirender Bestandtheil des Bindehautsackes vorhanden ist, allein das untere Lid das obere an anatomischer Ausdehnung und physiologischer Bedeutung überragt. Für die höheren Thiere dagegen, die Säuger und ebenso auch für den Menschen ist das dem Frosch entgegengesetzte Verhalten, ein grösserer Nervenreichthum des oberen gegenüber dem unteren Lide gegeben. Nach seinem Ursprunge endlich ist wohl der innere mediale Hauptstamm als ein Theil der Endigung des Nervus infratrochlearis und der laterale als ein solcher des Nervus lacrymalis, welche beide Zweige vom ersten Ast des Nervus trigeminus stammen, anzusehen.

Nach Bildung des grobmaschigen Geflechtes in dem subconjunctivalen und in den tieferen Schichten des conjunctivalen Geweben dringen die Nerven durch fortgesetzte Theilung in immer schwächere, nur noch aus wenigen Fasern bestehende Zweige übergehend, allmählig nach vorne vor; die von ihnen abgegebenen Aeste zeigen dabei nirgends einen Zusammenhang, der als eine netzförmige Verbindung aufgefasst werden müsste. Das Verhalten der letzten, noch aus (2—3) doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen ist bei einigen Thieren, z. B. beim Frosch, so regelmässig, dass es hier wohl näher beschrieben werden darf. Nachdem die Stämmchen letzter Ordnung in der Höhe unmittelbar unter den letzten Lagen des Capillargefässnetzes angelangt sind, findet eine abermalige Theilung statt, wobei die aus einander gehenden, noch doppeltcontourirten Fasern gewöhnlich in einer auf der Achse des Stämmchens nahezu senkrecht stehenden Richtung weiter verlaufen, auf lange Strecken hin in derselben verfolgbar und gewöhnlich vollkommen gerade gestreckt oder doch nur mitunter leicht wellig geschlängelt sind. Auf diese Weise entsteht ein System mehr oder weniger paralleler doppeltcontourirter Fasern unterhalb der Capillargefässmaschen. Bei anderen Thieren ist der Modus des Verlaufes und der Theilung der letzten aus doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen ein weniger regelmässiger und für seine Schilderung gilt dann einfach die Bemerkung, dass diese, in den verschiedensten, schrägen und senkrechten Richtungen die Gefässe übersteigend, allmählig nach oben gelangen, wo bei der letzten Theilung dunkler Fasern ihr Uebergang in marklose Fibrillen stattfindet. Eine Ausnahme von diesem nur allmählig sie nach oben führenden Verlaufe machen einzelne Fasern, von der sich Helfreich, nicht an Flächenpräparaten, wohl aber an einer ziemlichen Anzahl von Querschnitten bei verschiedenen Thieren überzeugte. Hier geht dann von einem noch aus einer grösseren Anzahl von doppeltcontourirten Fibrillen bestehenden Stämmchen, das sich noch ziemlich in der Mitte des Grundgewebes der Conjunctiva befindet, eine einzige Faser ab, die an derselben Stelle ihre Markscheide plötzlich verliert, und senkrecht aufsteigend nach oben verläuft, um, abermals in rechtwinkeliger Richtung umbiegend, in das subepitheliale Netz blasser Fasern einzutreten und in demselben noch

Epithel befindlichen Fibrillen haben selbst wieder ein beträchtliches Verlaufsgebiet, geben selbst wieder unter spitzigen Winkeln unendlich feine Aestchen ab und hören schliesslich dicht unter dem Niveau der untersten Zellenlage auf, worüber man sich an den vom Epithel befreiten Präparaten, an die sich die bisherige Beschreibung hielt, leicht an den hie und da zurückgebliebenen Zellen orientiren kann.

MORANO [1]) hat sich unter Leitung STRICKER's mehrere Monate hindurch bemüht, den terminalen Nervenapparat in der Conjunctiva zu ergründen. Die Resultate waren aber sehr spärlich. Ein Eintritt der Nerven zwischen die Epithelien durfte zuweilen vermuthet, konnte aber nicht mit Sicherheit constatirt werden. Doch haben es diese Untersuchungen wahrscheinlich gemacht, dass die Verfolgung der Nerven in das Epithelstratum glücklicheren Mikroskopikern gelingen dürfte.

»DIE TUNICA SCLEROTICA [2]) wird nach vorn begrenzt durch die Tunica cornea, während sie sich nach hinten durch eine Einschnürung gegen ihre Fortsetzung, die fibröse Scheide des Sehnerven, absetzt. Da wo der Sehnerv in die Höhle der Sclerotica eintritt, vereinigt sich das Bindegewebe, welches die einzelnen Fascikeln seiner Fasern einhüllt, mit dem Gewebe der Sclerotica. Diese Verbindung bleibt, wenn man durch Maceration die Sehnervenfasern entfernt, in Form einer dünnen, von vielen kleinern Löchern durchbohrten Platte zurück, welche mit der inneren Oberfläche der Sclerotica ein Continuum bildet. Dieses Plättchen ist die sogenannte Lamina cribrosa. Ihre Löcher entsprechen den einzelnen Fascikeln von Sehnervenfasern, welche durch sie hindurch treten. In der Mitte unterscheidet man dicht neben einander zwei grössere, durch welche die Netzhautgefässe getreten sind.

Die Tunica sclerotica wird von aussen nach innen immer dichter und gleichförmiger. An der inneren glatten Oberfläche sind namentlich bei dunkeläugigen Menschen in das hier sehr feste Gewebe unregelmässig geformte mit kolbigen oder strahligen Ausläufern versehene platte Pigmentzellen eingelagert, die derselben, wenn sie in grosser Menge vorhanden sind, ein bräunliches Ansehen geben.

Die Faserung der Sclerotica ist zuerst von VALENTIN [3]) beschrieben worden. BRÜCKE konnte von dessen Angaben nur so viel bestätigen, dass man in der Sclerotica im Allgemeinen von hinten nach vorn verlaufende und Zirkelfasern unterscheiden kann, welche mit einander ein dichtes Mattenwerk bilden, und dass die Fasern der Sehnen der geraden Augenmuskeln sich, nachdem sie in die Sclerotica gelangt sind, nach vorne zu fächerförmig ausbreiten, und sich somit in das Mattenwerk der Sclerotica einschiebend, dasselbe in seinem vorderen Theile wesentlich verstärken.

---

1) Centralblatt. April 1871.
2) BRÜCKE, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847.
3) Repertorium. Bd. I. Heft IV, p. 301.

Von der bindegewebigen Natur der Scleroticafasern war schon früher (p. 58 dieses Handbuchs) die Rede. In die Grundsubstanz sind zellige Elemente eingelagert, welche den Hornhautkörpern ähnlich sind. Bestreicht man die Sclerotica eines lebenden Kaninchens mit einem Lapisstifte, so kann man nach vollendeter Reduction auf Flachschnitten die zierliche Saftcanalzeichnung sehen. Andererseits geben Goldpräparate die Positivs zu den Negativs der Silberbilder. Ich habe die letzteren zwar nur einmal an einem Präparate gesehen, welches mir Dr. Carmelt aus Newyork gezeigt hat; sie waren hier aber so scharf gezeichnet, dass an ihrer Existenz nicht gezweifelt werden kann. Die Zellen, welche in diesen Räumen liegen, enthalten bei vielen Säugethieren Pigmentkörnchen [1]).

Bei den Vögeln besteht die Sclerotica aus hyalinem Knorpel, welcher aussen und innen von Bindegewebe überzogen ist. Am vorderen Rande der Sclerotica, zuweilen auch um den Eintritt des Sehnerven herum besitzen die Vögel einen aus Schuppen zusammengesetzten Knochenring.

Bei Amphibien und Fischen kommt in der Sclerotica gleichfalls Hyalinknorpel vor. Helfreich [2]) brachte bei Gelegenheit seiner Mittheilung über die Nerven der Sclerotica auch einige Angaben über die Structur der Froschsclerotica, die ich hier folgen lasse.

Sich eng anschliessend an eine nach innen gelegene, leicht rosafarbige Knorpellage mit ausserordentlich klar und schön gezeichneten Zellen zeigte sich die Bindegewebsschicht in einer mehr schwarzgrünen Farbe, aus festgeschlossenen, parallelen und darauf senkrecht stehenden Faserzügen aufgebaut, an die sich nach aussen mit vollkommen scharfer Grenze die umspinnende, lockere, bindegewebige Hülle ansetzte. Die Bindegewebs- und Knorpelschicht an den durch die ganze Länge des Präparats geführten Schnitten betrachtet, zeigte sich an verschiedenen Stellen verschieden dick. Die Knorpelschicht war am hinteren Pol des Augapfels am stärksten und nahm nach vorne ziemlich rasch ab, um kurz vor der Insertionsebene der geraden Muskeln mit einem abgerundeten Rande zu enden; die Bindegewebslage zeigte bezüglich ihrer an den verschiedenen Stellen verschiedenen Dimension ein gerade umgekehrtes Verhalten. An dem knorpeligen Theile fand sich dabei ein durchaus gleichartiges Gefüge, nirgends eine Unterbrechung oder eine Durchtrittsstelle für Gefässe und Nerven, während in dem bindegewebigen Stratum diese letzteren mit der gleichen Sauberkeit und Eleganz wie an den Flächenansichten sich präsentirten. An den hinteren Parthieen der Längsschnitte sah man die gröberen Stämme und doppeltcontourirten Fasern und gegen vorne, bis zum Aufhören der Knorpellage und darüber hinaus, die feinen, leicht blauviolett gefärbten Achsencylinder, oft in weiter Ausdehnung entweder gerade oder leicht geschlängelt verlaufen. Sie zeigten stellenweise eine leichte varicöse

---

1) Leydig, l. c.

2) l. c.

Anschwellung und hinsichtlich ihrer Verlaufsrichtung war zu bemerken, dass sie allmählig an der Grenzlinie der Bindegewebs- und Knorpellage hinstrebten.

Die gröberen Nervenstämme, allenthalben aus etwas distanten doppeltcontourirten Fasern bestehend, zeigten nach mehrmaliger Theilung und bei einem sie allmählig nach vorne führenden Verlaufe überall den entschiedensten Zusammenhang mit den vorhin schon erwähnten langgestreckten Achsencylindern, in welche sie in der Weise übergingen, dass die letzten aus zwei doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen an der Stelle der Theilung das Mark verloren. Dieses Abbrechen der Markscheide konnte allenthalben mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit nachgewiesen werden, und ebenso auch der allmählig gegen die Grenzebene der Bindegewebs- und Knorpelschicht hinstrebende Verlauf der blassen Fasern durch die Verschiedenheit der Einstellung. Durch fortwährende Theilung erfuhren die Achsencylinder eine rasche Zunahme ihrer Zahl, ganz in demselben Verhältniss, wie es bei der Beschreibung des subepithelialen Plexus der Conjunctiva dargelegt wurde. Die Fasern wurden immer feiner und feiner, und schliesslich hörten sie nach langem Verlaufe mit äusserst geringem Durchmesser in der Substanz des Faserhautgewebes, sehr nahe der Knorpellage auf. Auf ihrem Wege sich vielfach durchkreuzend, aber nirgends mit einander verschmelzend, bildeten sie also ein eigentliches Geflecht; ihr Ende markirte sich nicht durch eine Durchmesserzunahme, sondern vielmehr durch eine Abnahme desselben, indem sie einfach spitz zuliefen. Während ihres ganzen Verlaufes zeigten sie sich vielfach in Berührung mit den zahllosen, in die Faserzüge eingestreuten Bindegewebskörperchen, aber nirgends war, trotz der genauesten Untersuchung, ein Zusammenhang dieser Endigungen mit den Ausläufern derselben zu constatiren.

Bei der Taube und beim Huhn fand er keine Spur von Nerven, die man als analog der beim Frosch beschriebenen Ausbreitung hätte ansehen können. Nur von der Insertionsebene der geraden Augenmuskeln beginnend, wurden im ganzen Umfang der Faserkapsel nach vorne verlaufende Stämmchen sichtbar, die aber wegen des Mangels jeder Theilung, sowie wegen ihres ganzen Verhaltens lediglich als Passanten, welche zu dem Musculus ciliaris, der Iris, Cornea etc. hinstrebten, betrachtet werden mussten. Ein gleiches Schicksal hatte er bei der Sclerotica der Maus und der Ratte, bei welchen Thieren noch ausserdem durch die vielfachen innigen Verbindungen zwischen Leder- und Aderhaut die geeignete Herstellung des Präparates sehr erschwert wurde. Auch hier indessen traten die vorderen Ausbreitungen der Ciliarnerven mit aller Deutlichkeit hervor. Beim Versuche mit der Sclerotica des Kaninchens wählte er stets ein junges, albinotisches Thier, und hier nun fand er, ganz entsprechend dem Verhalten der in der Froschsclerotica eintretenden Nerven, eine erste Ausbreitung vollkommen derselben Art, und einmalige Theilung der Stämme, die aber dann kurz abbrachen. Das ganze Bild dieser Ausbreitung

war jedoch so typisch und übereinstimmend mit dem oben beim Frosch schriebenen, dass er keinen Anstand nehme, letztere entschieden als aus Eigennerven der Faserhaut bestehend anzusprechen, wie er es ebenso w bezweifelt, dass bei demselben Thiere die conjunctivalen Nerven dicht u dem Epithel enden, obwohl ihre Vergoldung nur bis zu den stärkeren Ach cylindern gelang.

IX.

Die Thränendrüse.

Von

Franz Boll.

---

1. Allgemeiner Plan des Baues. In allen wesentlichen Punkten ihrer Structur mit den Speicheldrüsen (vgl. Cap. XIV) übereinstimmend, stellen die Thränendrüsen des Menschen und der Säugethiere Drüsen der sogenannten acinösen Formation dar. Ebenso wie die Speicheldrüsen zerfällt die Thränendrüse durch ein meist reichlich entwickeltes System sich vielfach kreuzender, von der Kapsel des Organs in die Tiefen dringender Septen, die bei mikroskopischer Untersuchung sich als aus lockerem fibrillären Bindegewebe bestehend erweisen, in eine Menge polyedrischer Körper verschiedenster Form jedoch im Allgemeinen ziemlich constanter Grösse. Die Hauptmasse dieser Polyeder, welche wir als das eigentliche Drüsenparenchym sensu strictiori bezeichnen wollen, erweist sich auf Durchschnitten fast allein als aus Alveolen und Blutgefässen zusammengesetzt. Nur selten erscheint auf dem Durchschnitt eines Parenchymkörpers ein Ausführungsgang nebst den begleitenden Gefässen und Nerven getroffen. Die Stämmchen aller dieser in den Hilus der Drüse eintretenden Gebilde verlaufen stets zusammen in das lockere Bindegewebe der Septa eingebettet, von wo sie gewöhnlich unter rechtem Winkel in den Parenchymkörper eintreten, nur eine kurze Strecke noch von mitgenommenen Bindegewebsfibrillen begleitet. In den Parenchymkörpern selbst ist ausser diesem spärlichen Reste sog. interstitielles, fibrilläres Bindegewebe nicht vorhanden.

2. Die Alveolen. Die Formen und Dimensionen dieser das eigentliche secernirende Parenchym zusammensetzenden Gebilde unterliegen nur in engen Grenzen schwankenden Verschiedenheiten. Sie stellen Säcke dar, von denen wir den Inhalt, die secernirenden Epithelien und die umhüllende Haut (Membrana propria) unterscheiden. Die ersteren sind von sehr verschiedener Form: nahezu gleich grosse polyedrische Gebilde von einer verschiedenen

Anzahl von Flächen begrenzt, die unter sehr variirenden Winkeln, jedoch fast stets mit scharfen Kanten zusammenstossen.

Auch auf den Flächen erscheinen nicht selten ziemlich scharfe feine Rinnen eingegraben. Von den verschiedenen Durchmessern der Epithelzelle ist keiner auf Kosten des andern besonders entwickelt, so dass dieselbe stets unregelmässig cubisch erscheint. Der sphärische homogene, nicht immer ein deutliches Kernkörperchen zeigende Kern liegt stets excentrisch, und zwar an der der Membrana propria zugekehrten Basis der Epithelzelle. Wie es scheint, geht hier von der Zelle constant ein ziemlich starker und langer glänzender, in Carmin sich intensiv färbender (HEIDENHAIN) Fortsatz ab, der jedoch in einiger Entfernung von der Zelle, ohne weitere Verbindungen einzugehen, frei aufzuhören scheint. Seine Länge kann den Durchmesser des Zellkörpers fast erreichen. Auch die anderen Ecken der Zelle sind nicht selten in längere Fortsätze ausgezogen, deren Dimensionen jedoch gewöhnlich hinter denen des basalen Fortsatzes beträchtlich zurückzubleiben pflegen. Nicht selten zeigt auch der Kern der Zelle einen spitz ausgezogenen Fortsatz, den es jedoch nie über die Zelle hinaus zu verfolgen gelingt, und der stets in der Richtung mitunter auch selbst innerhalb des basalen Zellfortsatzes gelegen ist.

Wie HENLE zuerst nachgewiesen und HEIDENHAIN später weiter ausgeführt hat, theilen sich die acinösen Drüsen in solche ein, deren Secret Schleim enthält, und denen derselbe fehlt. Diesen Eigenschaften des Secrets entspricht die histiologische Beschaffenheit des secernirenden Parenchyms, speciell der Drüsenepithelien, die in letzteren stets protoplasmatisch bleiben, und deren Protoplasma im ersteren Falle eine mikroskopisch sehr leicht nachweisbare Schleimmetamorphose eingeht. Die Thränendrüse des Menschen und der untersuchten Thiere (Schaf, Rind, Pferd) gehört der letzteren Art an. Nie ist in ihrem Parenchym auch nur eine einzige schleimig degenerirte Zelle nachzuweisen. Es ist hieraus mit Sicherheit zu erschliessen, dass das Secret der Thränendrüse nie Mucin enthält. [1])

Nach der Entdeckung von HEIDENHAIN stellt die zuerst von GIANNUZZI beschriebene sogenannte Lunula eine auf dem Durchschnitt gewöhnlich sichelförmig erscheinende Ansammlung protoplasmatischer Zellen dar, welche vielleicht bestimmt sind, die in der Schleimmetamorphose vergehenden Drüsenepithelien zu ersetzen. Es ist klar, dass, da die Lunula nur den Drüsen zukommt, wo sich eine Schleimdegeneration der secretorischen Elemente findet, wir in der Thränendrüse, deren Zellen, wie die Epithelien der Kaninchen Submaxillaris, stets protoplasmatisch bleiben, eine Lunula nicht erwarten dürfen.

---

1) Die einzige in der Literatur vorkommende Analyse der menschlichen Thränenflüssigkeit (FRERICHS, Thränensecretion in WAGNER's Handwörterbuch der Physiologie, III, 1. S. 618) giebt allerdings eine geringe Menge von Schleim an. Jedoch war hier das Secret der Meibom'schen Drüsen nicht ausgeschlossen.

Die Alveolen sind von einer feinen Haut, der sog. Membrana propria, umhüllt. Die Structur derselben ist eine sehr eigenthümliche. Sie ist stets aus mehreren platten, sternförmigen Zellen zusammengesetzt, welche durch ihre häufig sehr reich entwickelten Fortsätze, die wie Reifen um den Alveolus herum gehen, mit einander in vielfachem Zusammenhang stehen. Diese feinstreifigen, bald schmäleren, bald breiteren, stets aber der Wölbung des Alveolus platt aufliegenden Fortsätze, welche von dem kernhaltigen Centrum der Zelle ausgehen, stellen jedoch nicht eine korbartig durchbrochene Umhüllungshaut des Alveolus, sondern verdickte Streifen und Rippen in einer den Alveolus fest umschliessenden und geschlossenen Membran dar, die sich eben aus diesen sternförmigen Zellen constituirt in einer Weise, von der es allerdings nicht ganz leicht ist, eine deutliche Vorstellung zu geben. Die Zellen und ihre Ausläufer könnten in ihrem Verhältniss zu der Substanz der Membrana propria am besten noch mit den Rippen eines Blattes, oder mit Zehen, zwischen denen eine Schwimmhaut ausgespannt ist, verglichen werden. Eine vollkommen scharfe Grenze zwischen den Rippen und der Substanz der Haut, woraus man schliessen könnte, dass diese sternförmigen Zellen etwas von der Haut Verschiedenes darstellten, ist jedoch nicht zu ziehen. Es existirt eine wirkliche histiologische Einheit; die stärkeren längsgestreiften Rippen sind von dem Grundgewebe der Haut nicht zu trennen, sondern gehen ganz allmählig und unmerklich in die Grundsubstanz über, welche letztere gewöhnlich zu beiden Seiten neben den Rippen eine allmählig immer schwächer werdende, den Rippen parallele Längsstreifung zeigt.

Diese Darstellung der Structur der Membrana propria, von deren Richtigkeit man sich besonders an Zerzupfungspräparaten von mit Jodserum behandelten Drüsen, sowie an den freien Rändern ausgeschüttelter Schnitte von Drüsen, die in Müller'scher Flüssigkeit vorsichtig erhärtet wurden, leicht überzeugen kann, bildet die befriedigendste Vermittelung zwischen den verschiedenartigsten Bildern, die oft in demselben Präparat je nach dem mehr oder minder vorgeschrittenen Grade der Maceration und dem mehr oder minder leichten Zerfall der Gewebe vorzukommen pflegen. So erhält man aus in Jodserum oder in verdünnter Müller'scher Lösung macerirten Drüsen durch Zerzupfung Bilder von einer diametralen und, wie es scheint, völlig unvereinbaren Verschiedenheit. Bald erhält man isolirte Alveolen, deren Epithelien wie in einem überall geschlossenen, meist ziemlich stark zerknitterten homogenen Sack eingeschlossen erscheinen, bald sind es nackte Epithelgruppen, die die Form von Alveolen noch conservirt haben, und denen einige isolirte sternförmige Zellen anhaften. Daneben schwimmen in der Flüssigkeit förmliche durchbrochene Körbe, die sich allein aus den sternförmigen Zellen und ihren Ausläufern zusammensetzen, und in deren Hohlraum gewöhnlich noch einige wenige secretorische Epithelien befindlich sind. Neben einer zahllosen Menge isolirter Drüsenzellen finden sich auch die isolirten, die Membrana propria zusammensetzenden Zellen. Die Form und Grösse derselben unter-

[illegible] beschriebenen [illegible]. Bei jüngeren Thieren an den [illegible] und so grösser, wenn der centrale Theil, wie [illegible] stärker [illegible]. Das Centrum der Zelle ist buckelförmig, mitunter [illegible] aufgetreten, so dass die Zellen im Profil gesehen häufig wie Sch[illegible] erscheinen. Da man auf Durchschnitten erhärteter Drüsen die Alveolen [illegible] umgeben, [illegible] weit man erhält, wenn die Flüssigkeit unter dem Deckgläschen sich bewegt, den Uebergang einer derartigen Scheibe in eine sternförmige, multipolare Zelle sich unter dem Mikroskop vollziehen. In dem Centrum der Zelle liegt bei jungen Thieren um den meist runden, [illegible] Kernkörperchen enthaltenden Kern eine geringe Menge körnige Substanz. Bei älteren Thieren ist auch dieser geringe Rest Protoplasma [illegible] geschwunden. Die Substanz der platten, häufig fast bandartigen Fortsätze ist blass und mitunter fein längsstreifig. Die Theilung derselben geschieht dichotomisch unter mehr oder minder spitzem Winkel; nicht selten auch sieht man einen stärkeren Fortsatz gleichzeitig in mehrere Aeste sich theilen.

Ein Theil der Fortsätze dieser sternförmigen Zellen dringt, wie man sich ebenfalls an Isolationspräparaten überzeugen kann, zwischen die Epithelien des Alveolus selber ein. Von Pflüger, der diese Zellen in den Speicheldrüsen zuerst genauer berücksichtigt hat, wird angegeben, dass zwischen ihren Fortsätzen und den Fortsätzen der secretorischen Epithelien eine wirkliche materielle Continuität bestehe, dass beide Zellformen durch ihre Fortsätze mit einander zusammenhängen, aus welchem Zusammenhang mit echten epithelialen Gebilden weiter die nervöse Natur der sternförmigen Zellen gefolgert wird. Ich habe, obwohl mir zahlreiche Bilder, die auf den ersten Blick eine materielle Continuität beider Zellen zu beweisen schienen, vorliegen, doch bis jetzt nicht die sichere Ueberzeugung, dass in der That ein Zusammenhang existirt, gewinnen können.

3. Die Interstitien der Alveolen. Während die innere Fläche der Membrana propria die Epithelzellen des Alveolus unmittelbar anliegen, bleibt die äussere Fläche frei und dient zur Begrenzung eines intra vitam mit Lymphe gefüllten Hohlraums, welcher innerhalb eines jeden Parenchymkörpers der Drüse sich stets zwischen die äussere Wand der Capillaren und die der Alveolen einschiebt, und der durch die verschiedensten Methoden (Einstichinjection, Erzeugung eines künstlichen Oedems der Drüse) dargestellt werden kann (Ludwig).

Die Form und die Begrenzung dieses in das secretorische Parenchym eingelassenen Hohlraumes muss selbstverständlich eine enorm complicirte sein. Auf den Durchschnitten der einzelnen (am besten mit kaltflüssigem Berliner Blau) injicirten Parenchymkörper erscheint ausnahmslos und durchaus regelmässig jeder einzelne Alveolus der Drüse von einem gefärbten Ringe umgeben. Die ungefärbten Alveolen liegen einzeln in einem gefärbten Grunde, ein Bild, welches oft in vollkommener Regelmässigkeit über eine Fläche von 40—50

Alveolen erhalten wird. Hat man gleichzeitig die Blutgefässe andersfarbig, z. B. roth, injicirt, so bildet die unregelmässige, eigenthümlich inconstante Vertheilung der mit rother Farbe angefüllten Bahnen mit der durchaus regelmässigen Anordnung des blau injicirten Canalsystems einen höchst merkwürdigen Contrast. Auf einem feinen Durchschnitte sind die Blutgefässe, mögen sie lang gestreckt und als roth geschlängelte Fäden verlaufen, mögen sie auf dem Durchschnitt einfach als rothe Punkte erscheinen, stets von einem blau gefärbten Raum eingefasst, demselben Raume, der auch jeden einzelnen Alveolus umgiebt. Diese auf jedem Durchschnitt mit gleicher Regelmässigkeit wiederkehrenden Bilder lassen keine andere Erklärung zu, als dass ein ausserordentlich reiches, einheitlich zusammenhängendes System von Spalträumen das Parenchym der ganzen Drüse durchziehend, die ganzen Alveolen und die ganzen Blutgefässe umgiebt. Es sind nicht einzelne, die Alveolen und Blutgefässe umgebende Scheiden, keine einzelnen perialveolären, resp. perivasculären Räume, sondern für jeden Parenchymkörper ein einheitlicher, sehr complicirt gestalteter Hohlraum, der durchweg die Blutgefässe von den Alveolen trennt, und den alles das, was das Blut dem secernirenden Parenchym zuführt, erst zu durchsetzen hat, bevor es in das Secret übergehen kann.

Die ohnehin schon äusserst verwickelten histiologischen und topographischen Verhältnisse dieses Hohlraums werden dadurch noch mehr complicirt, dass ein sehr reiches System von breiteren und schmäleren Fasern, sowie von sternförmigen Zellen zwischen den Alveolen frei in dem innerhalb des secernirenden Parenchyms gelegenen Hohlraum ausgespannt ist. Auf Durchschnitten erhärteter Drüsen ist dieses zwischen den Alveolen gelegene System von Zellen und ihren Ausläufern sehr leicht nachzuweisen. Es steht zum Theil in unmittelbarem Zusammenhang mit den die Membrana propria zusammensetzenden sternförmigen Zellen, von denen einzelne Ausläufer zu benachbarten Alveolen herüberlaufen und so die Wände mehr oder minder innig mit einander verfestigen und verkleben. Nicht selten finden sich auch Zellen, die, zwischen zwei Alveolen gelegen, sowohl der Umhüllungshaut des einen wie des andern angehören und in beide ihre Ausläufer aufgehen lassen. Auch fast ganz freie und nur sehr lose mittelst ihrer Ausläufer zwischen den Alveolen befestigte Zellen kommen häufig vor. Bemerkenswerth ist, dass diese interstitiellen bindegewebigen Zellen nur mit der äusseren Wand der Alveolen, jedoch nie mit den Capillaren Verbindungen eingehen, denen eine dieselben etwa vermittelnde Adventitia capillaris durchaus fehlt.

Giannuzzi, der erste Entdecker dieses in das secernirende Parenchym eingelassenen Spaltraumes, hält denselben für einen echten Lymphraum, d. h. mit genuinen Lymphgefässen in Zusammenhang stehend und von diesen aus injicirbar, analog wie die von Ludwig und Tomsa um die Hodencanälchen und die Blutgefässe des Hodens beschriebenen Räume, deren Injection von dem im Samenstrang verlaufenden Lymphgefäss denselben in der That gelungen

war. Für den in das Parenchym der acinösen Drüsen eingelassenen Raum ist dieser Nachweis allerdings bis jetzt noch nicht geführt worden. Zahlreiche Versuche scheiterten an der Zartheit der aus der Drüse austretenden Lymphgefässe und an dem Widerstande der Klappen. Immerhin erhält man an mittelst Einstich injicirten Präparaten nicht selten Bilder, die es wenigstens sehr wahrscheinlich machen, dass die in die einzelnen Parenchymkörper eingelassenen Räume mit echten drehrunden Lymphgefässen, die in dem lockeren Bindegewebe der die einzelnen Parenchymkörper trennenden Spalten verlaufen, in directer Communication stehen. Wie sich jedoch der innerhalb der einzelnen Parenchymkörper gelegene und hier histiologisch scharf (durch die Aussenfläche der Membrana propria und der Blutcapillaren) zu begrenzende Hohlraum gegen die in die Parenchymkörper eindringenden gröberen Stämmchen der Ausführungsgänge und Blutgefässe, sowie gegen die bindegewebige Septa abschliesst, ist noch nicht mit wünschenswerther Schärfe festgestellt.

4. Die Ausführungsgänge. Die Ductus lacrymales sind von einem einschichtigen Epithel niedriger Cylinderzellen ausgekleidet. Im Innern der Drüse zerfallen sie schnell in zahlreiche Aeste mit einem ebenfalls sehr niedrigen Cylinderepithel, aus welchen dann diejenigen Gänge hervorgehen, welche Pflüger in den Speicheldrüsen Speichelröhren genannt hat, und für welche man am besten die Bezeichnung der Thränenröhren einführen könnte. Ihr Lumen ist meist eng; charakteristisch sind für sie die hohen Cylinderepithelien, welche sie auskleiden, deren basales Ende stets eine sehr deutliche Zerfaserung zeigt, die am ausführlichsten von Pflüger erörtert und mit der Regeneration der Drüsengewebe in Zusammenhang gebracht worden ist. Aus diesen mit hohen, am basalen Ende reich ausgefaserten Cylinderepithelien ausgekleideten Röhren, die in allen ähnlich gebauten acinösen Drüsen vorzukommen scheinen, gehen endlich entweder durch allmähligen Uebergang der Epithelien oder schärfer abgesetzt, ziemlich langgestreckt verlaufende feine Canäle hervor, nicht viel dicker wie Capillaren, deren in allen verwandten acinösen Drüsen sich ziemlich gleich bleibende charakteristische Eigenthümlichkeit eben in der Feinheit und in den Dimensionen der das einfache Epithelrohr zusammensetzenden Zellen besteht. Dieselben sind stets sehr platt, meist durch den Besitz recht stattlicher Fortsätze ausgezeichnet, die der Zelle ein spindelförmiges oder doch der Spindelform verwandtes Aussehen geben. Sie liegen mit ihrer Längsaxe der Axe des Epithelrohres parallel und schieben sich häufig mit ihren Fortsätzen dachziegelförmig über einander. Diesen Canälen sitzen dann endlich die Alveolen mittelst kurzer Aestchen an, die, meist nur aus 4—6 Epithelzellen gebildet, sich bis in das Innere des Alveolus hinein fortsetzen, wo sie von den eigentlichen secernirenden Epithelien fast rings umlagert werden. Diese letzten oder vielmehr ersten, fast schon in der Mitte des Alveolus gelegenen und mit ihren Fortsätzen mitunter zwischen die secernirenden Epithelien eindringenden Zellen der Aus-

führungsgänge sind von Langerhans (im Pancreas als centroacinäre Zellen bezeichnet worden.

Während man früher dem im Innern des Alveolus gelegenen Hohlraum, in welchen die secernirenden Epithelien ihr Secret ergiessen, nur eine sehr einfache Gestalt zuschrieb, haben neuere an der Hand verbesserter Injectionsmethoden angestellte Untersuchungen (Giannuzzi, Langerhans, Ewald, Saviotti) gelehrt, dass der einfache kurze und feine Ausführungsgang des Alveolus sich in ein sehr reiches, vielfach verästeltes und mit einander anastomosirendes Netz feinster drehrunder Canälchen auflöst, welches die einzelnen Epithelien — ganz wie Hering das Verhältniss der feinsten Gallengänge zu den Leberzellen dargestellt hat — umspinnt und in seinen Maschen einschliesst. Die Canälchen entbehren einer eigenen Membran und sind nichts weiter wie zwischen den an einander liegenden, mannigfaltig gestalteten, sowohl an den Kanten wie den Flächen mit Rinnen versehenen polyedrischen Drüsenzellen ausgesparten Gänge.

5. Die Nerven. Die Nerven der Thränendrüse verlaufen stets mit den Verästelungen der Blutgefässe und der Ausführungsgänge gemeinsam. Sie sind — schon im Stamme des Nervus lacrymalis — überwiegend marklos. Ueber die von ihnen constant begleiteten Speichelröhren hinaus sie zu verfolgen, ist mir mit Sicherheit nie gelungen, und vermag ich nichts Gewisses über ihre letzten Endigungen, resp. ihre anatomischen Beziehungen zu den secretorischen Elementen, anzugeben. Jedenfalls kommen im Innern der Parenchymkörper, in den Interstitien zwischen den Alveolen keine Nerven vor, und müssen dieselben, wenn sie in der That zu den secretorischen Epithelien in directe Beziehungen treten, mit den feinsten Ausführungsgängen zu den Alveolen verlaufen. [1]

6. Literatur. Die histiologische Literatur der Thränendrüse fällt mit der der acinösen Drüsen überhaupt zusammen. Mit Uebergehung der älteren Angaben gebe ich die vollständige Literatur seit den aus Ludwig's Laboratorium hervorgegangenen, auf diesem Gebiete Epoche machenden Untersuchungen von Giannuzzi und den fast gleichzeitigen nicht weniger bedeutsamen Arbeiten von Pflüger.

---

1) Bilder, wie ich sie in meiner ersten Arbeit gezeichnet habe, wo marklose Nerven an das stumpfe Ende der Alveolen herantreten, können nur an dem Rande der Parenchymkörper gegen die bindegewebige Septa vorkommen.

Literatur.

G. Giannuzzi, Von den Folgen des beschleunigten Blutstroms für die Absonderung Speichels. Sächsische academische Sitzungsber., mathem. phys. Cl., 27. Nov. 186

E. F. W. Pflüger, Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrü Bonn 1866.

Derselbe, Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen und die E wickelung der Epithelien. Schultze's Archiv V, 193.

Derselbe, Die Endigungen der Absonderungsnerven in dem Pancreas. Ebenda. 199. I werden die Beobachtungen von Ewald mitgetheilt.

Derselbe, Die Speicheldrüsen, dieses Handbuch. S. 306.

J. Henle, Eingeweidelehre 63—69.

A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. Fünfte Auflage 1867. S. 357.

R. Heidenhain, Beiträge zur Lehre von der Speichelabsonderung. Studien des phy Instituts zu Breslau IV. 1868.

F. Boll, Ueber den Bau der Thränendrüse. M. Schultze's Archiv IV, 146.

Derselbe, Die Bindesubstanz der Drüsen. Ebenda, V. 334.

Derselbe, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Inauguraldis tation. Berlin 1868.

P. Langerhans, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. In guraldissertation. Berlin 1868.

G. Giannuzzi, Recherches sur la structure intime du Pancreas. Comptes rendus 1869, LVIII. 1280.

G. Saviotti, Untersuchungen über den feineren Bau des Pancreas. M. Schultze's Arc V. 203 u. 404.

Capitel XXXVII.

Uterus, Placenta und Tuben.

I.

Uterus.

Von

Dr. R. Chrobak.

(Die mikroskopischen Untersuchungen für diesen Aufsatz wurden im Wiener physiologischen Institut ausgeführt.)

Das den Uterus als ungemein zarte Membran überziehende Peritoneum reicht an der vorderen Fläche der Gebärmutter bis unter die, dem Orificium internum entsprechende Einschnürung und an der hinteren Fläche bis zur Insertion der Scheidenwand an den Halstheil [1], um von da ab die excavatio vesico- und recto-uterina zu bilden. An der Vorderfläche ist dasselbe durch straffes Bindegewebe fester mit der Muscularis des Uterus verwachsen, als rückwärts, und zwar so, dass die Grenze des schwer oder gar nicht abzupräparirenden Theiles an der Vorderfläche einem nach oben offenen Winkel entspricht, dessen Scheitel sich näherungsweise in der Mitte der Vorderfläche des Uterus befindet. [2]

An den beiden Seitenrändern reicht die innige Verbindung des Peritoneums nur bis etwa 1 Ctmr. unter die Tuba, unter welcher die Peritonealplatten aus einander weichen, um den Blut- und Lymph-Gefässen und Nerven den Eintritt in die Uterussubstanz zu gestatten.

Die grösste Masse des Uterus besteht aus glatten Muskelfasern, welche eine vielfache Schichtung zeigen; da aber selbst in der Schwangerschaft die Präparation aller einzelnen Schichten nicht möglich ist, so herrscht bis jetzt noch eine ziemliche Verwirrung in ihrer Untertheilung.

Folgt man der Entwickelung der Muskellagen, so ist es am einfachsten, drei Schichten anzunehmen, und zwar eine innere, vorwiegend aus Kreisfasern bestehende, eine mittlere, hauptsächlich Längsfasern enthaltende und eine äussere, accessorische Schichte.

---

1) Luschka, Anatomie, 2. Bd. 2. Abth. S. 360.

2) Henle, Anatom. 2. Bd. 2. Lief. S. 486.

Die äussere Muskellage, dicht unter dem Peritoneum und mit demselben verwachsen, weitaus die schwächste, aber auch die selbständigste, setzt sich vorzugsweise in die Adnexa des Uterus fort. Diese äusserste Schicht wird hauptsächlich gebildet durch ein an der hinteren Uteruswand von der Grenze des Cervix entspringendes Bündel longitudinaler Fasern [1]), sie verstärkt sich dann durch solche, welche von den Seiten dazutreten, über den Fundus ziehen und von da divergirend grösstentheils zu den Ligg. rott. verlaufen.

Als zweite Schichte folgen darunter, durch mehrere transversale Bündel von den vorigen getrennt, mehrere stärkere, von rückwärts über den Fundus nach vorne ziehende Muskelstreifen [2]), die wieder, vorne und rückwärts divergirend, sich vielfach mit anderen kurzen Fasern kreuzen. (Nur in der Mitte des Grundes soll diese Muskellage mit der oberen verschmolzen sein [3]).

Unter dieser, der letzten noch erkennbaren Schichte, welche, sowie die frühere, die Seitenränder des Uterus frei liess, folgen massenhafte, vorwiegend transversale, glatte, kurze Faserbündel, die sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen, einige Fortsätze zu den Ligamm. senden und bloss das Gemeinsame erkennen lassen, dass sich die Fasern, welche vorne oberflächlich waren, an der hintern Seite in die Tiefe verlieren und umgekehrt.

Diese weitaus mächtigste Schichte der Uterusmusculatur ist gekennzeichnet durch auffallend grosse und besonders in der Schwangerschaft dickwandige Gefässe.

Die innerste Schichte, welche nach Luschka [4]) als die fundamentale betrachtet werden kann, da sich an ihr Spuren des ehemaligen Bestandes aus zwei seitlichen Hälften nachweisen lassen, besteht hauptsächlich aus Kreisfasern, welche von der Kreisfaserschichte des uterinen Theiles der Tuben in immer grösser werdenden Ringen, welche in der Mittellinie zusammenstossen, ausgehend, nicht allein die Grundlage des Uteruskörpers bilden, sondern sich noch im Halstheile und von da bis in die Scheide verfolgen lassen. (Dieser Kreisfaserschichte gehören z. B. die am Orif. internum und externum befindlichen »sogenannten Sphincteren« an). Ausser dieser ausgesprochenen Kreisfaserlage findet sich noch an der vorderen und hinteren Wand des Uterus eine dreiseitige, aus longitudinalen Fasern bestehende Muskellage [5]), deren Spitze nach abwärts sieht, und aus welcher sich feine Muskelbündel bis in die Schleimhaut verfolgen lassen.

Im Halstheile des Uterus verschwindet die regelmässige Faserung noch mehr [6]), und es tritt eine Gruppirung in abermals drei Lagen auf (Henle), und zwar bilden die Ringfasern der innersten Schichte des Körpers die weitaus

1) Hélie, Recherches sur la disposition des fibr. muscul. de l'ut. Paris 1869.
2) Pappenheim, vorl. Mittheilung. Korn u. Wunderlich. Vierteljahrschrift, 3. J. 1. Hft.
3) Hélie a. a. O.
4) Luschka a. a. O.
5) Hélie a. a. O.
6) Retzius, Struktur des Uterus. Froriep's Tagesberichte in Canst. Jahresbericht 1854, 1. Bd. S. 64.

mächtigste, mittlere Schichte, die nach aussen von longitudinalen Fasern, welche sich grossentheils in die Umgebung der Blase, der Vagina und der Urethra verlieren, begrenzt wird, während die innerste Schichte ebenfalls aus Längsmuskeln besteht, welche die Schleimhaut mit Fasern versorgen und sich am äusseren und inneren Muttermunde mit der die beiden Sphincteren der Orificia (der Sphincter des Orif. intern. bildet einen Isthmus von 3 Mm. Länge Guyon[1]), constituirenden Ringfaserschichten verweben.

Alle diese Schichten des Uterus werden zum grössten Theile gebildet aus contractilen Faserzellen, welche durch feste Kittsubstanz so fest zu Bündeln und plattenförmigen Muskelzügen verbunden sind, dass sie sich nur sehr schwer isoliren lassen. Die Bündel sind dann wieder durch reiches, kernhaltiges Bindegewebe und spärliche elastische Fasern vereinigt.

Im normalen Zustande ist die Spindelform mit oft weit ausgezogenen Spitzen für die Faserzelle des Uterus Regel, nur in der Schwangerschaft, wo (ausser der Neubildung) die contractilen Elemente eine solche Entwickelung erreichen, dass ihre Länge von dem normalen, 0·045 auf 0·660 Mm. und ihre Breite, die früher 0·009 – 0·014 Mm. betrug, bis 0·074 Mm. steigt, finden sich vielfach Muskelfasern mit schaufelartig abgeplattetem, ausgezacktem Rande. Auf dem Querschnitte haben die Zellen einen rundlichen, ovoiden, drei- bis fünfeckigen Contour, dem entsprechend in der Totalansicht oft mehrere Kanten.

Die Zellsubstanz ist nur im frischen Zustande und auch nur in den zwei ersten Dritteln der Schwangerschaft ungetrübt, durchscheinend und lässt den nie fehlenden Kern und die an dessen beiden Enden befindlichen Körner (Arnold[2]) deutlich erkennen.

Der Kern, immer einfach, hat eine elliptische, spindel- oder stäbchenförmige Gestalt, variirt von 0·002 bis 0·015 Mm. Länge und 0·001 – 0·003 Mm. Breite (Frankenhäuser[3]) (welche Maasse übrigens in der Schwangerschaft um mehr als das Doppelte zunehmen) und liegt in der Mehrzahl in der gewöhnlich der Mitte der Zelle entsprechenden Ausbauchung, oft genug aber auch asymmetrisch oder wandständig. Die Struktur des Kernes betreffend, sind die in demselben vorkommenden glänzenden Körner noch Gegenstand der Controverse (Hessling[4]), Frankenhäuser[5]), Arnold[6]) etc.).

Uebrigens gelten die angegebenen Maasse nicht für die Muskelfasern aller Schichten, sondern nur für die, denen eine wichtige Funktion bei der Geburt zufällt. So sind die oberflächlichsten Faserzellen kürzer, schmächtiger und mehr cylindrisch, ebenso die Muskelzellen der innersten Lage, deren Länge

1) Guyon, Étude sur la cavité de l'Uterus à l'état devacuité. Journ. d. Physiol. II.
2) Arnold, S. dies. Handbuch 1868, S. 140.
3) Frankenhäuser, die Nerven der Gebärmutter. Jena 1867.
4) Hessling, Gewebelehre 1866.
5) Frankenhäuser, l. c.
6) Arnold, l. c.

nur 0·018–0·034 Mm. beträgt (Kölliker [1])), und die auch in der Schwangerschaft kein bedeutendes Wachsthum zeigen.

Die Schleimhaut der Uterushöhle setzt am oberen Ende des Isthmus mit einem scharfen Rande ab [2]); im jungfräulichen Zustande bildet sie eine 1–1·8 Mm. dicke, gegen die Tubenmündungen und gegen den Hals zu dünner werdende [3]), graue oder blassröthliche Membran, welche sich nicht deutlich von der darunter liegenden Muscularis abgrenzt und sich auch nicht in grösseren Stücken abpräpariren lässt. Ihre Oberfläche ist glatt, mit Ausnahme der Gegend der Tubarostien, wo sie ganz kleine Fältchen (keine Papillen, Hennig [4]) zeigt.

Auch im normalen Zustande ist sie mit einer dünnen Schichte einer mehr oder weniger graulichen, durchscheinenden, etwas klebrigen Flüssigkeit von schwach alkalischer Reaktion bedeckt, welche in verschiedenen, geringen Mengen cylindrische Zellen, rundliche Körnchenzellen — Uterindrüsensekret — einzelne Cilien, sehr selten intakte Flimmerzellen enthält (bei älteren Individuen auch Cholesterin, Monaden, Algen, freies Fett etc. — Donné, Taylor Smith, Scanzoni und Kölliker, Hennig, Schlossberger, Hausmann u. a. m.).

Die Schleimhaut des Uterus hat kein Bindegewebsgerüste. (Henle [5]) führt an, hie und da durch Auspinseln ein feines Netz blasser Fäden dargestellt zu haben. Dasselbe erhielt er bei Behandlung mit Kalilauge.) Sie besteht aus den gleich zu beschreibenden, schlauchförmigen Drüsen des Uterus, zwischen denen sich eine Masse scheinbar freier Kerne von 0·006 – 0·008 Mm. Durchmesser, lang gestreckter, oder vielfach gestalteter polyedrischer, plättchenförmiger Zellen, Faserzellen in den verschiedensten Entwicklungsstadien, eine verhältnissmässig grosse Menge Zwischensubstanz und von der innersten Schichte der Muscularis zum Grunde der Drüsen aufsteigende Muskelbündel finden.

Die zuerst von Malpighi [6]) angedeuteten, dann von Baer [7]), Burkhardt [8]), Eschricht und E. H. Weber [9]), dann von Krause [10]), Sharpey [11]), Reichert [12]), Bischoff [13]), abermals von E. H. Weber [14]) u. a. beschriebenen Glandulae utriculares finden sich beim Menschen nur in einer Form, während sie bei

1) Kölliker, Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, 1. Bd.
2) Virchow, Fror. u. Schleiden's Notizen, über die Bildung der Decidua.
3) Robin, Mémoire pour servir à l'histoire anat. de la membr. muqueuse de l'ut. Arch. général Iuillet 1847.
4) Hennig, der Katarrh etc.
5) Henle, a. a. O.
6) Malpighi, Opp. 1687. Vol. II. S. 220.
7) Unters. über die Gefässverb. zwischen der Mutter und der Frucht. Leipzig 1828.
8) Observat. anatom. Kas. 1854.
9) E. H. Weber, Braunschweiger Naturforscherversammlung.
10) Krause, Anatomie. 2. Aufl. 1. Bd.
11) Sharpey, s. Canstatt. Jahresb. 1843. 1. Bd. S. 106.
12) Reichert, Müller's Archiv. 1848.
13) Bischoff, Entwickelungsgesch. d. Hundeeies, und Müller's Archiv 1846.
14) E. H. Weber, Zusätze zum Baue und der Verrichtung der Geschlechtsorgane 1846.

manchen Thieren in zwei Formen vorkommen, die aber noch theilweise z. B. beim Hunde (vgl. Sharpey[1]), Ercolani[2]), Friedländer[3])) Gegenstand der Controverse bilden.

Sie stellen verschieden lange, gewöhnlich einfache, oft aber auch von der Mitte oder unterhalb derselben ein- oder selten mehrfach getheilte, cylindrische oder gegen ihr Ende zu leicht kolbig werdende, blind endigende Schläuche dar, welche an der Oberfläche der Schleimhaut in das Cavum uteri münden. Gegen das freie Ende zu, welches mit nur etwas grösserer Oeffnung, als der Durchmesser des Drüsenkanales beträgt, in die Uterushöhle sieht, sind die Schläuche oft seitlich komprimirt oder dreikantig (Hennig[4]).

Sie krümmen sich nach den verschiedensten Richtungen, sind auch korkzieherartig gewunden, und es übertrifft zuweilen die Länge der Drüsen den Durchmesser der Uterusschleimhaut um ein Bedeutendes.

Im Grossen und Ganzen behaupten sie jedoch die senkrechte Richtung zur Schleimhaut, besonders am unteren Theile der Uterushöhle und in der Umgegend der Tubenmündungen, während sie im oberen Theile des Körpers und im Fundus eine schiefe, oft nahezu horizontale Richtung annehmen.

Die Basis dieser Drüsen, welche sich im normalen Uterus nur sehr schwer, im menstruirenden und geschwängerten Uterus leichter isoliren lassen und wegen ihrer vielfachen Krümmungen auch im Durchschnitte nur selten in der Totalität sichtbar werden, wird durch eine ungemein dünne, strukturlose Membran gebildet, in welcher sich, besonders beim menstruirenden Uterus öfter längsovale Kerne finden, welche übrigens von den Muskelkernen wohl zu unterscheiden sind, die bei der Isolirung an der Drüsenwand hängen bleiben.

Ueber das Epithel der Drüsen gebe ich hier der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen die Darstellung von Gustav Lott[5]) vollinhaltlich wieder.

»Schon 1852 machte Leydig[6]) Mittheilung über eine Beobachtuug Dr. Nylander's, dass das Epithel der Uterindrüsen des Schweines ein flimmerndes Epithel sei.

Obgleich Leydig schon zum Schlusse dieser Mittheilung die Vermuthung aussprach, dass es sich bei den anderen Säugethieren und dem Menschen wohl ebenso verhalten dürfte, gelangten seitdem keine weiteren, dies Thema betreffenden Beobachtungen zur Publication.

Kölliker[7]) bestätigt einfach die Entdeckung Nylander's. Leydig[8]) selber nennt in seinem 5 Jahre nach der obigen Mittheilung erschienenen Lehrbuch der

---

1) a. a. O.

2) Ercolani, Giamb. delle glandule otricolare etc. 1868.

3) Friedländer, Unters. über den Uterus 1870.

4) Hennig, Katarrh der weibl. Geschlechtsorgane. 1870.

5) A. Rollett, Untersuchungen. II. Leipzig 1871.

6) Ueber Flimmerbewegung in den Uterindrüsen des Schweins. Müller's Archiv für Anat. u. Phys. 1852. p. 375.

7) Kölliker, Handbuch der mikroskopischen Anatomie 1852. Bd. II. p. 445—46.

8) Leydig, Lehrbuch der Histologie 1857. p. 518.

Histologie wieder nur das Schwein, und dasselbe thut Frey [1] noch in der neuesten Zeit.

Soweit ihm die Literatur sonst zugänglich wurde, war jenes Fundes gar nicht Erwähnung gethan. Becker [2], der den Genitalapparat des Menschen und mehrerer Thiere so eingehend auf Flimmerepithel durchsuchte, erwähnt die Uterindrüsen nicht, und Hennig [3] fand sich sogar bei Besprechung der von ihm gesehenen Drüsen der Tuben zu dem Ausspruch veranlasst, es beruhe der Hauptunterschied zwischen folliculären Organen und blossen Schleimhautfältchen der menschlichen Tuba auf dem so hinfälligen Flimmerbesatze der Schleimhautoberfläche.

Auch Henle [4] sagt ausdrücklich, dass sich das Cylinderepithel der Drüsen von dem der freien Oberfläche der Uterinscheimhaut nur durch den Mangel der Cilien unterscheide.

Auch die sonstigen Angaben über das uns beschäftigende Epithel geben sehr aus einander. Die Mehrheit der Autoren schreibt wohl dem Menschen und den meisten Säugethieren Cylinderepithel zu, jedoch thun dies nicht alle. So ergeben sich schon für den Menschen Differenzen, denn während z. B. Weber [5], Kölliker [6], Leydig [7], Henle [8], Frey [9] und Hennig [10] eines Cylinderepithels erwähnen, sprechen wieder andere, als Gerlach [11], Scanzoni [12], Schröder [13], von einem Pflasterepithel. Kölliker nennt es ein regelmässiges, Henle und Hennig ausdrücklich ein flimmerloses Cylinderepithel, während Leydig die Bemerkung macht: »wahrscheinlich flimmert das Epithel der Drüsen nicht minder, wie die übrige Innenfläche des Uterus«.

Auch die Angaben betreffs verschiedener Thiere stimmen nicht ganz überein. Leydig [14] schreibt den Drüsen der meisten Säuger (flimmerndes?) Cylinderepithel zu: die Drüsen des Kaninchens sollen nach Reichert [15] und Ercolani [16] Pflasterepithel tragen, welches nach Ercolani auch den Drüsen des Hundes und der Maus

1) H. Frey, Handbuch der Histologie u. Histochemie des Menschen. 3. Aufl. 1870 p. 539.

2) O. Becker, Ueber Flimmerepithelium und Flimmerbewegung im Geschlechtsapparate der Säugethiere und des Menschen. — Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. B. II. p. 71.

3) C. Hennig, Der Catarrh der inneren weiblichen Geschlechtsorgane, 2. Aufl. 1870 p. 137.

4) J. Henle, Handbuch der systemat. Anatomie des Menschen 1866. B. II. p. 460.

5) E. H. Weber, Zusätze vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. 1846. p. 33.

6) a. a. O.

7) Lehrbuch der Histologie. p. 487.

8) J. Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. B. II. p. 460.

9) a. a. O.

10) a. a. O. p. 13.

11) J. Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des Menschen. 1850. p. 352.

12) F. Scanzoni, Lehrbuch der Geburtshilfe. 4. Aufl. B. I. p. 50.

13) C. Schröder, Lehrbuch der Geburtshilfe. 1870. p. 22.

14) a. a. O. p. 518.

15) Ueber die Bildung der hinfälligen Häute der Gebärmutter und deren Verhältniss zur Placenta uterina. Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1848. p. 78.

16) G. B. Ercolani, Dello glandole otricolari dell' utero e dell' organo glandolare di nuova formazione, che nella gravidanza si sviluppa nell' utero delle femmine dei mammiferi e nella specie umana. Bologna 1868.

zukäme. Bezüglich des Schweins, der Wiederkäuer und Einhufer stimmen die meisten Angaben überein, dass deren Drüsen Cylinderepithel trügen. In jüngster Zeit erschien eine Abhandlung von Friedländer [1], in welcher der Verfasser eines »flimmernden Cylinderepithels« der Uterin- (p. 25) und Cervicaldrüsen (p. 45) des Menschen, sowie der Uterindrüsen des Hundes (p. 55) Erwähnung thut. Friedländer stellt diese Thatsache, die er doch jedenfalls nicht als wohl beglaubigte in der Literatur vorfand, ohne jede weitere Beleuchtung hin. Es muss dies um so mehr auffallen, als wir uns überzeugen konnten, dass die Sichtbarmachung der Cilien fraglicher Zellen an conservirten Präparaten auf ausserordentliche Schwierigkeiten stösst, wie es in dem Folgenden auch dargethan werden soll, und man bei Friedländer ganz im Dunkeln bleibt, unter welchen Verhältnissen es ihm gelang, zur deutlichen Anschauung der Flimmern zu gelangen. Es hat den Anschein, dass er conservirte Präparate unter Augen hatte, und da wäre es wohl mehr als wünschenswerth, seine Methode zu kennen. Auch die Angabe Friedländer's, dass er Flimmerepithel in dem Cervix nicht geschlechtsreifer Mädchen sah, steht nicht im Einklange mit zahlreichen Beobachtungen Anderer.

Im Uterus der Kuh, des Schafes, Schweins, Kaninchens, der Maus und einer Fledermausart sah Lott an frischen Präparaten das Epithel der Uterindrüsen bis in den Grund derselben flimmern. In vier Fällen hatte seine Untersuchung frischer Objecte ein negatives Resultat; es betraf diese die Uteri des Kalbes, eines ganz jungen Meerschweinchens, eines verschnittenen Schweins und einer an einem pyämischen Process umgestandenen Stute.

In einigen Fällen sah er das Epithel der Drüsen noch lebhaft flimmern, wo das der Schleimhautoberfläche nicht nur nicht mehr flimmerte, sondern überhaupt keine Cilien mehr trug.

Als die beste Methode zur Beobachtung der Flimmerung ergab sich das sorgfältige Zerzupfen kleiner, mit der Scheere abgetragener Schleimhautstückchen in Jodserum, Humor aqueus oder einprocentiger Kochsalzlösung.

Der Cilienschlag war in den meisten Fällen ein äusserst lebhafter, doch von sehr wechselnder Ausdauer; während er bei Maus und Fledermaus schon nach wenigen Minuten stillstand, dauerte er unter gleichen Verhältnissen unter dem Deckglas beim Schaf eine Stunde und darüber.

Die Richtung des Cilienschlages war, im optischen Längenschnitt der Drüse betrachtet, stets von Grunde zur Mündung der Drüse hin, während im optischen Querschnitt der Drüse sich ein Wirbel bildete, woraus eine Schraubenlinie resultirt. Die Beobachtung in verschiedenen Schnittebenen gelingt an ein und demselben Schlauch, namentlich bei der Kuh, wegen der vielen, oft sehr scharfen Windungen, die er in seinem Verlaufe macht, unter entsprechender Handhabung der Stellschraube sehr leicht.

Um einzelne Zellen mit ruhenden, aber wohl conservirten Cilien zu erhalten, breitete er ein Stück des frischen oder in Jodserum gelegenen Uterus-Hornes des Schafes so aus, dass er mit einem bauchigen Scalpell ziemlich

1) Physiologisch-anatomische Untersuchungen über den Uterus. Von Dr. Carl Friedländer. Leipzig 1870.

kräftig, doch ohne zu schneiden, über die Schleimhaut hinwegstreichen konnte. Auf diese Art kann man die Epithelröhren der Drüsen, frei von allem umgebenden Bindegewebe, herausdrücken, und sieht da vielfach die Zellen noch ganz unverrückt in ihrer Lage. Kleine, abgebrochene Stücke des Schlauches legen sich häufig im Querschnitt auf den Objectträger, so dass man auch hier wieder die verschiedensten Schnittebenen betrachten kann. Man besieht sie entweder in Jodserum oder auch in kalt gesättigter Lösung von doppelt chromsaurem Kali, wodurch die Zellen sehr durchsichtig, Kern und Contouren sehr scharf werden. Schwingen sah er dann die Cilien an solchen Präparaten, auch wenn sie im Jodserum lagen, nicht mehr, und die zur Ruhe gekommenen Cilien hatten sich schon verändert, waren jedoch noch insoweit klar, dass er sie als äusserst kurz und fein und als gedrängt stehend bezeichnen konnte.

An Schnitten von Uteris, die in Müller'scher Flüssigkeit oder in vierprocentiger Lösung von doppelt chromsaurem Kali und dann in Alkohol gelegen hatten, konnte er ebenso wenig wie an solchen aus Alkohol, zweiprocentiger Chromsäure- oder 0,001 procentiger Chlorpalladium-Lösung deutliche Cilien erkennen. Ebenso erhielt er auch durch Maceration in kalt gesättigter Lösung des doppelt chromsauren Kalis keine besseren Bilder. Er sah an solchen Präparaten immer nur am inneren Epithelrande regelmässige, dichtgereihte, knöspchenartige Erhabenheiten, die demselben eine Art von Streifung gaben. [1])

Desto genauer aber liess sich an gehärteten Präparaten die Form und Anordnung dieser Epithelzellen studiren; am schönsten an feinen Schnitten von Objecten, die in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und mit Carmin tingirt waren. Auch an solchen Schnitten übersieht man wieder auf engem Raume beisammen alle möglichen, theils wirklichen, theils optischen Schnittebenen der Drüsen, und es ist hiefür einerlei, ob man Längs- oder Querschnitte durch die Schleimhaut legt.

Die Zellen haben die Form eines Keils mit sechseckigem Querschnitt, dessen breite Fläche nach aussen und dessen Kante gegen das Lumen zu in der Weise gerichtet ist, dass die Kante der Längenrichtung des Schlauches entspricht.

Auf dem Querschnitt der Drüse hat jede Zelle die Form eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen nach einwärts schauende Spitze abgestutzt ist. Die Zellen bilden je nach der Weite des Schlauches und je nach der Thierspecies in verschiedener Anzahl an einander gereiht einen Ring, der das sehr

---

1) In dem von Henle besorgten 6. Bande von S. Th. v. Sömmering, vom Baue des menschlichen Körpers 1841, p. 246 heisst es von den Cilien: »nach dem Tode erscheinen sie zuerst wie kleine Kügelchen und verschwinden dann völlig«. Ueber die Deutung der Streifung siehe auch Friedrich. Einiges über die Structur der Cylinder- und Flimmerepithelien. Arch. f. path. Anat. u. Phys. Bd. XV. p. 535.

verschieden weite Lumen der Drüse umschliesst. Je enger das Lumen und je weniger Zellen den Ring bilden, um so mehr nähert sich ihre Form dem Dreieck, d. h. desto schmäler ist der innere Rand, und desto rascher convergiren ihre Ränder nach innen zu. Dieser Darstellung entsprechen auch vollkommen die Abbildungen von Henle [1]) und Kölliker [2]), namentlich aber von ersterem, während Kölliker nur ein paar sehr weite Schläuche zeichnet, in denen die Dreieck-Form natürlich nicht so klar hervortritt. Anders ist die Sache bei Hennig [3]) dargestellt, wo die Zellen fast wie ausser Zusammenhang in das Drüsenlumen hinein flottiren.

An Längenschnitten hingegen bieten die Zellen allenthalben die Form eines Parallelogramms mit stets überwiegendem Höhendurchmesser. Lott hebt dies hervor im Gegensatze zu mehreren Angaben, die dem Hund (Ercolani) [4]), dem Kaninchen (Reichert [5]) und Ercolani) und der Maus (Ercolani), sowie selbst dem Menschen (Gerlach [6]), Scanzoni [7]), Schröder [8])) Pflasterepithel zuschreiben. Lott fand indess das bezeichnete Verhältniss überall ausgeprägt, wenn auch nicht bei allen Thieren in gleichem Maasse.

Die Form der Zellen erleidet nur an den Stellen eine Modification, wo die Drüsen schärfere Windungen machen, indem sich an diesen die Zellen auch im Längsschnitte nach einer Seite hin zuspitzen, und zwar so, dass sie an der convexen Seite des Schlauches ihre spitzeren Enden nach einwärts, an der concaven Seite hingegen nach auswärts richten.

Durch entsprechende Veränderungen der Einstellungsebene kann man sich auch ein klares Bild der Zellgrenzen an der äusseren und inneren Oberfläche der Schläuche verschaffen und sich so die Vorstellung von der Form der erwähnten Zellen ergänzen. An der äusseren Oberfläche bilden die Zellen eine schöne Mosaik von ziemlich regelmässigen Sechsecken (die Basis des Keils), während die innere Oberfläche eine solche von Sechsecken zeigt, die in der Längsrichtung des Schlauches lang, in dessen Querdurchmesser hinwieder sehr schmal erscheinen (die Kante des Keils). An Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit sieht man diese Mosaiken am klarsten.

Den meist sehr grossen (namentlich beim Hund) und stets einfachen Kern fand er ohne Ausnahme im äusseren Abschnitt der Zelle gelegen, wie es auch Henle [9]) und Kölliker [10]) abbilden, während Hennig [11]) denselben beim Menschen in einer, »oft wie keulenförmigen Verdickung ihres inneren Endes« liegend beschreibt, was dieser niemals sah. Allerdings aber fand Lott den Kern hie und da so gross, dass er mit einem Theile auch in den inneren Abschnitt der Zelle hineinragte. Im frischen Zustand erscheint derselbe grob granulirt,

1) a. a. O. Figg. 538 u. 539.
2) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 5. Aufl. 1867.
3) a. a. O. Taf. III, Fig. 10.
4) a. a. O. 5) a. a. O. 6) a. a. O. 7) a. a. O. 8) a. a. O.
9) a. a. O. 10) Gewebelehre. 11) a. a. O. p. 18.

viel stärker lichtbrechend als das feinkörnige, matter erscheinende Protoplasma.

Die keilförmigen Zellen tragen an ihrem schmalen, nach einwärts gerichteten Ende die Cilien. LOTT kann indess nach dem Erörterten nicht mit Bestimmtheit angeben, ob diese allen Zellen gleichmässig zukommen, doch ist dies sehr wahrscheinlich wegen der sehr übereinstimmenden Form aller Zellen einerseits, andrerseits wegen der auf der ganzen Reihe der Zellen vorkommenden knöspchenartigen Vorragungen, die er oben beschrieb, und die er für Residuen der Cilien halte.

Ausser von den erwähnten Thieren wurden noch Uteri anderer Säugethiere (Katze, Hund, geschlechtsreifes Meerschweinchen, Pferd und Mensch an gehärteten Präparaten untersucht und das Uebereinstimmen der Epithelien in all den bezeichneten Charakteren constatirt.

Das Epithel der Schleimhaut ist einem fortwährenden Wechsel unterworfen [1]).

Uebrigens ist es mehr als wahrscheinlich, dass sich nach jeder Menstruation das Epithel neu bildet.]

[Dass im Uterus ungewöhnlich rasche und fortwährende Veränderungen in den Epithelformationen stattfinden, dafür spricht die Beobachtung, dass die Maassverhältnisse der die Schleimhaut constituirenden Theile je nach den Entwickelungsperioden, in denen sich dieselbe befindet, ungemein variiren.

So misst die im normalen Zustande 1·0—1·8 Mm. dicke Schleimhaut zur Zeit der Menses 4—6 Mm.; die Drüsen, im normalen Uterus 0·03—0·1 Mm. von einander entfernt, rücken so nahe zusammen, dass nur ganz schmale Schleimhautleisten zwischen ihnen bleiben, ihre Länge, sonst höchstens 2 Mm. betragend, steigt auf 7 Mm., ihr Durchmesser von 0·05 Mm. in der Menstruation auf 0·1, nach der Conception auf bis 0.240 Mm. und sogar die Epithelzellen, welche Schleimhaut und Drüsen auskleiden und im normalen Zustande 0·015—0·04 Mm. hoch sind, erreichen bei Menstruation und Schwangerschaft mehr als das Doppelte ihres Volumens].

Die Schleimhaut des Cervix, welche sich von der des Körpers in scharfer Linie abgrenzt, ist viel derber, fester und heller als die des Körpers. Ihre Dicke variirt von 0·25—3·00 Mm. Besonders an der hintern Wand findet sich zwischen ihr und der Muscularis eine über das Orific. internum bis in den Körper reichende Bindegewebslage (ROKITANSKY [2]), KLOB [3])).

Die Innenfläche der mit Schleimhaut bekleideten Cervicalhöhle zeigt an der vorderen und hinteren Wand die, als sich baumförmig verzweigende Kämme bekannten Plicae palmatae, von denen die vorderen rechts, die der

1) KÖLLIKER a. a. O.
2) ROKITANSKY, Lehrb. d. pathol. Anatomie. 3. Bd.
3) KLOB, Pathol. Anatomie der weibl. Sexualorgane, 1864.

hinteren Wand etwas nach links gelagert sind [1]. Die Substanz dieser Kämme bildet festes, viele Bindegewebskörperchen, weniger Muskelfasern und nur sehr spärliche elastische Fasern enthaltendes Gewebe.

In der Substanz dieser Kämme finden sich, mit Ausnahme des untersten glatteren Theiles der Cervicalhöhle, die sogenannten »Schleimbälge des Cervix«.

Diese sind meist rund oder von den Seiten her abgeplattet, oder im nicht gefüllten Zustande faltig zusammengedrückt, von sehr wechselnder Grösse (je nach der Dicke der Schleimhaut) und münden durch eine 0·1—0·3 Mm. grosse Oeffnung oder auch durch einen kurzen breiten Ausführungsgang auf die freie Oberfläche, wo sie ihren Inhalt, den glashellen, fadenziehenden, in Weingeist gerinnenden Schleim von starker alkalischer Reaktion entleeren. Friedländer beschreibt in diesem Schleime Becherzellen. Die vom selben Autor gemachten Angaben bezüglich zweier Drüsenformen, scheinen sich dahin zu reduziren, dass bei Erwachsenen die in der Kindheit feinsten Schleimbälge durch das Wachsthum der Schleimhaut röhrig ausgezogen werden und durch ihr eigenes Wachsthum in der Pubertät gezwungen werden, sich der Länge nach auszudehnen. Sie bestehen aus einer strukturlosen Membran, welche aber mit dem Bindegewebe und den zu den Drüsen ziehenden Muskelfasern so fest verwachsen ist, dass ihre Isolirung nicht gelingt.

Ausgekleidet sind diese Drüsen von einem annähernd kubischen Epithel, dessen Kerne ebenfalls der Wand näher stehen als dem Lumen.

In der unteren Hälfte des Cervix besitzt die Schleimhaut zwischen den Drüsenmündungen schlanke, feine, 0·2 Mm. hohe, mit Flimmerepithel bedeckte Papillen mit je einer Gefässschlinge (Kölliker [2], Hennig [3], Taylor Smith [4]) u. a.).

[Hjalmar Lindgren erwähnt noch einer dünnen, zellenfreien Schichte, dicht unter dem Epithel, welche von den Ausläufern der Bindegewebskörperchen durchkreuzt werden soll.]

Das Epithel der Cervicalschleimhaut ist in ihrer ganzen Ausdehnung oder nur in den oberen 2 Dritteln ein flimmerndes Cylinderepithel, dessen Zellen an ihrem wandständigen Ende öfter in einen Faden ausgezogen erscheinen (Friedländer). Gegen den äusseren Muttermund zu wird es ein mehrfach geschichtetes, alle Uebergangsformen zeigendes Pflasterepithel.

Ausser den oben beschriebenen Schleimdrüschen kommen ganz konstant, nur in wechselnder Menge und Ausbreitung — selbst bis auf die äussere Fläche der Vaginalportion hinaus — 0·3—5 Mm. und darüber haltende, dem-

1) Hjalmar Lindgren Studier öfver lifmodrens byggnad hos menniskan. Canstatt. Jahresb. 1867. 1. Bd. S. 25.
2) Kölliker Gewebelehre.
3) Hennig, Katarrh d. weibl. Geschlechtsorg.
4) Taylor Smith Med. Chir. Transactions XXXV.

nach öfter in die Muscularis reichende, geschlossene, wasserhelle oder weiss-gelbe Bläschen vor — Ovula Nabothi, welche theils als primäre Neubildungen, theils als Retentionscysten aufzufassen sind (Rokitansky [1]), Förster [2]), Hirsch [3]), Kölliker [4]), Virchow [5]) u. a.).

In der Schwangerschaft und zur Zeit der Catamenien nimmt auch die Schleimhaut des Cervicaltheiles am allgemeinen Wachsthum Theil; die Kämme verschwinden in dem Maasse, als die Schleimbälge, die jetzt eine Länge von 1—2·75 Mm. erreichen, sich vergrössern, so dass von der Schleimhaut nichts als ein bis 3 Mm. hohes, dünnbalkiges Gerüst überbleibt, während die Schleimdrüsen, deren Epithel ebenfalls grösser, succulenter wird, den massenhaften Schleim absondern, welcher in der Schwangerschaft den Cervix verschliesst.

An der Aussenfläche der Vaginalportion verschwindet jede Faltung und Drüsenbildung. Die von Robin [6]) und Wagner [7]) beschriebenen Drüsen der Portio vaginalis sind, wenigstens beim normalen Weibe [8]), nicht wieder aufgefunden worden, dagegen besitzt die Schleimhaut sehr viele, einfache oder zusammengesetzte Papillen, mit je einer Gefässschlinge, von je etwa 0·5 Mm. Höhe, die durch eine dicke, oft 10fache Lage von Epithelzellen bedeckt sind. Das Epithel selbst, als Ganzes sehr leicht abziehbar, hat in der untersten Lage walzenförmige Zellen, die sich nach und nach abplatten, keulenförmig, elliptisch, stachelig werden, bis sie in den obersten Schichten nur mehr ganz dünne, kleine Plättchen darstellen, die durch eine verhältnissmässig grosse Masse Kittsubstanz mit einander verbunden sind.

Die von den Cervical- und adnexen Ganglien und dem Plexus hypogastricus stammenden Nerven treten am Seitenrande des Halstheiles und im Lig. latum in horizontaler Richtung in die Muscularis und breiten sich symmetrisch, ohne immer dem Laufe der Gefässe zu folgen, an der Vorder- und Hinterseite des Organes aus. Im Grossen und Ganzen soll der Cervix, in welchem man nervöse Fasern bis gegen die Schleimhaut hin verfolgen kann, mehr Nerven enthalten, als der Körper (Kilian [9]); dagegen soll der Fundus uteri empfindlicher sein, als jede andere Parthie der Schleimhaut (Lazarewitsch [10]) u. a.).

Im Uterus finden sich doppelt kontourirte und blasse Fasern, sowie nach

---

1) Rokitansky a. a. O.
2) Förster, Handbuch der allg. pathol. Anatomie.
3) Hirsch, Ueber Histologie und Formen der Uteruspolypen. Dissert. inaug. Giessen Canst. Jahresb. 1855. 2. Bd.
4) Kölliker a. a. O.
5) Virchow, Krankhafte Geschwülste. 1. Bd. 264.
6) Robin, Gazette des Hôpitaux. 1852. 11.
7) E. Wagner, Arch. f. Physiol. Heilkunde. XV. S. 495.
8) Friedländer a. a. O. S. 47.
9) Kilian, Nerv. des Uterus. Zeitschr. f. ration. Mediz. 1851.
10) Lazarewitsch, the Lancet. 1867, N. 17.

den Untersuchungen von Frankenhäuser [1], Koch [2], Kehrer [3], Luschka [4], Polle [5] u. a. (wenigstens bei Thieren) in der Submucosa Ganglien, mit denen je 2—3 blasse Nervenfasern in Verbindung stehen.

Eine weitere Unterscheidung der Nerven ist zur Stunde nicht möglich, da ihre Endigungsweise in der Schleimhaut nicht bekannt ist. Kilian, Polle u. a. beschreiben allerdings das Eintreten von Nervenfasern in die Papillen des Cervix; Hjalmar Lindgren findet sogar ein feines Netz blasser Fäden, mit interponirten, stark lichtbrechenden, feinkörnigen Klümpchen, welche sich büschelförmig auflösend bis zum Epithel sich erstrecken sollen; doch ist die nervöse Natur dieser Fäden nicht über jeden Zweifel erhaben.

Die Verbreitung der Nerven im Muskelgewebe des Uterus wurde in letzter Zeit vielfach Gegenstand der Untersuchung; nach Frankenhäuser [6]) sollen aus dunkelrandigen Fasern entstandene blasse Nervenfasern Netze um die Muskeln bilden, bevor sie, zu kern-, dann zu knötchen-führenden Fasern geworden, ihre Endigung im Kerne der Muskelzelle finden (Arnold [7])).

Auch an den Nerven ist in der Schwangerschaft ein unzweifelhaftes Grössenwachsthum zu finden (W. Hunter, Tiedemann, Remak u. a.) und nach Kilian lassen sich in der Schwangerschaft weiter als im jungfräulichen Zustande doppelt kontourirte Nerven verfolgen.

Die Blutgefässe des Uterus stammen aus den Artt. uter. hypogastrica, uterina aortica (Luschka) u. d. Art. spermatica externa; die Venen sammeln sich in zwei Geflechte, den Plexus uterinus und den Plex. pampiniformis.

Die beiden erstgenannten Arterien treten am Seitenrande des Uterus bogenförmig zusammen, von wo ziemlich starke Gefässe in die Muskelschichte eindringen, sich rasch verzweigen, mit den Arterien der anderen Seite capillar anastomosiren (Hyrtl [8])), die Muskelbündel umspinnen und von da bis zur Schleimhaut dringen. Dort bilden sie, nachdem sie die Drüsen mit Capillaren umgeben, der Oberfläche nahe ein unregelmässiges Netz weiterer Gefässe, aus welchem die klappenlosen dünnwandigen Venen entstehen.

In dem Cervicaltheile findet sich eine viel regelmässigere Anordnung der Gefässe, die dort eine unverhältnissmässig dickere Wand besitzen, so dass das Lumen etwa den 3. Theil des Gesammtdurchmessers beträgt (Henle). Gegen die Cervicalhöhle zu bilden die in den Scheidewänden der Schleimdrüsen senkrecht gegen die Oberfläche verlaufenden Gefässe ein ganz oberflächliches Capillarnetz, das jede Papille mit einer Gefässschlinge versieht.

---

1) Frankenhäuser, Jenaische Zeitschrift, 1864. 1. Hft.
2) Koch, Ueber das Vorkommen von Ganglienzellen an den Nerven des Uterus. Göttingen 1865.
3) Kehrer, Beiträge zur Geburtskunde 1864.
4) Luschka, a. a. O. S. 378.
5) Polle, die Nervenverbreitung in den weibl. Genitalien. Gött. 1865.
6) Nerven der Gebärmutter.
7) a. a. O.
8) Hyrtl, Topograph. Anatomie 1860. 2. Bd. 180.

Nach aussen, gegen die Labien, sieht man in der Muscularis bis in Schleimhaut reichende, oft leicht geschlängelte, oder am oberen Theile zieherartig gewundene, dünne Arterien, welche knapp unter dem Epithel Kapillarnetz bilden, die Papillen mit Schlingen versehen, und aus wieder zurücklaufende Venen ihren Ursprung nehmen.

(Auch die Blutgefässe, die bei der Conception ganz colossale Dimension erreichen, erfahren ein Wachsthum und Neubildung der contractilen Elemente.)

Die Lymphgefässe bilden in den peripheren Schichten dicht unter dem Peritoneum am schwangeren Uterus grosse Netze und Geflechte. Die vom Körper des Uterus kommenden Lymphgefässe ziehen zum Plexus pampiniformis, um sich mit Lymphdrüsen der Lumbargegend zu vereinigen, während die vom Halse kommenden zu den Lymphdrüsen des kleinen Becken gehen (LUSCHKA). Die Lymphgefässe im Inneren des Uterus sind noch so g wie unbekannt.

(HJALMAR LINDGREN beschreibt im Collum die Lymphgefässe als Böge aus denen sich blindsackförmige, mit sinuösen Rändern versehene Ausläu gegen das Epithel zu erstrecken.)

Untersuchungsmethoden.

Die grobe Faserung des Uterus studirt sich am besten bei schwangern frischen oder etwas in Alkohol gehärteten, oder in einem Gemisch von 1 V Theil Salzsäure und 90 Vol. Theilen Alkohol eine Zeit lang erwärmten Geb müttern. Um dieselbe auf Durchschnitten zu beobachten, empfiehlt sich Lu trocknung von Alkoholpräparaten oder nach vorgängigem Kochen in verdün tem Holzessig.

Zur Isolirung der Muskelfasern verwendet man sehr verdünnte 0·1 – 0·01 Chromsäurelösung, chromsaures Kali, Jodserum, Kalilauge, Essigsäure v 1 – 2 %, 20 %ige Salpetersäure, Moleschott'sche Flüssigkeit, bis zum Sied erhitzte ½ %ige Salpetersäure, Holzessig allein oder mit Glycerin gemischt

Zur Härtung behufs Studiums der Epithelien und Nerven eignet s Chromsäure, chromsaures Kali, abwechselnd oder gemischt, Müller'sche Flü sigkeit, das Gefrierenlassen; für die feinste Nervenverzweigung noch Ho essig in Glycerin.

Zur Tinktion Carmin, Anilin, Pikrinsäure, Chlorpalladium, Chlorgold.

Weitaus am wichtigsten aber ist die Untersuchung möglichst frisch Präparate, die mit Eiweisslösung oder Jodserum befeuchtet werden.

II.

Placenta.

Diese Beschreibung ist von Dr. Reitz aus Petersburg geliefert worden, der die darauf bezüglichen Arbeiten unter meiner Leitung ausgeführt hat.

Stricker.

Die Placenta des Weibes ist bekanntlich aus dem mütterlichen und foetalen Theile, die vom 4. Monate der Schwangerschaft an aufs innigste mit einander vereinigt sind, zusammengesetzt. Der mütterliche Theil, die Placenta uterina, die durchschnittlich eine Dicke von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Mm. hat, besteht hauptsächlich aus grossen, zelligen Elementen. Die zumeist feingranulirten, der Form nach aber höchst mannigfaltig gestalteten Zellen zeigen einen deutlichen, grossen, rundlichen Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen; zuweilen sind auch zwei oder mehrere Kerne vorhanden; viele Zellen sind dabei mit einem oder mehreren längeren oder kürzeren Fortsätzen versehen. Zwischen diesen Zellen befinden sich hie und da die von Kölliker[1] angeführten, grosse Blasen mit angehäuften Kernen.

Die Zellen liegen gewöhnlich so dicht an einander, dass sie beinahe die ganze Dicke der Placenta uterina bilden, manchmal sind sie mehr gruppenweise angeordnet, zuweilen auch ganz vereinzelt, in der Grundsubstanz eingebettet, die als faseriges Gewebe, oder stellenweise als hyaline feinkörnige Masse erscheint. Zwischen diesen Zellen fand ich[2] noch kolossale eingekapselte Zellen mit grossen bläschenförmigen Kernen und Kernkörperchen; diese Zellen hatten durch ihren grobkörnigen Inhalt, Kerne und Kernkörperchen, sowie durch ihre bedeutende Grösse und das Eingelagertsein in Kapseln eine auffallende Aehnlichkeit mit Ganglienzellen.

Das Vorhandensein der glatten Muskelfasern, die zuerst Ecker[3] und später Kamenew[4] in der Placenta uterina beschrieben haben, wurde von allen

---

1) Entwickelungsgeschichte 1861.
2) Sitzb. d. K. Akademie d. Wissensch. Mai-Heft. Wien 1868.
3) Icon. phys. Erkl. d. Taf. XXVIII.
4) Mikrosk. Unters. d. Blutgefässe des Muttertheils der Placenta. Medicinsky Westnik. 1864. No. 13.

anderen Forschern sonst vollständig negirt; ich konnte bei meinen Un-
suchungen die glatten Muskelfasern constant in den äusseren Schichten d
Placenta uterina wahrnehmen. Die glatten Muskelfasern fanden sich hier i
einer ziemlich beträchtlichen Anzahl und öfters schichtenweise angeordnet
an isolirten Präparaten, die nach der Angabe von JASSINSKI [1]) mit Salzs
behandelt worden waren, konnte man in manchen Zellen einen deutliche
vollständig ausgeprägten, stäbchenförmigen Kern nachweisen. Ausserde
befindet sich in den verschiedenen Schichten der Placenta uterina eine ni
unbedeutende Zahl spindelförmiger Zellen, deren Charakter sich nicht nä
bestimmen lässt.

Die Fortsätze der Placenta uterina, die als Scheidewände die Cotyledon
begrenzen und sich mannigfaltig verzweigen und theilen, dringen tief in de
fötalen Theil, ohne aber jemals, wie es schon KÖLLIKER hervorgehoben hatte,
die innersten Theile der Placenta foetalis zu erreichen. Ein directer Ueberga
dieser Fortsätze ins fötale Gewebe existirt nicht; sondern sie grenzen nur a
der Peripherie der Cotyledonen, so dass man im Centrum der secundären
Cotyledonen (KAMENEW), zwischen den Zotten nie mütterliches Gewebe vor-
findet. In den feineren Verzweigungen dieser Fortsätze, die als faserige
Gewebe erscheinen, findet man nur höchst selten — die zelligen — Element
der Placenta uterina wieder.

Ueber das Verhalten der Blutgefässe in der reifen Placenta haben di
Untersuchungen KÖLLIKER's, VIRCHOW's [2]) u. A. gezeigt, dass zwischen de
Arterien und Venen der Placenta uterina kein Capillarnetz vorhanden ist
sondern dass die Gefässe durch sinuöse, zusammenhängende Räume in Ver-
bindung stehen.

Diese Bluträume, welche die ganze Placenta foetalis durchziehen und i
die fötalen Zotten frei hineinragen — sind einzig und allein vom Placentar-
gewebe begrenzt.

Die Existenz einer dünnen Membran, die zuerst E. H. WEBER [3]) als Aus-
kleidung der mütterlichen Bluträume beschrieben hatte, wurde durch d
nachfolgenden Untersuchungen (KÖLLIKER, BIDDER [4])) nicht bestätigt.

Der fötale Theil, die Placenta foetalis wird durch die Entwickelung d
Chorionzotten, in denen sich Aeste der beiden Arterien und die Vena um-
bilicalis des Embryo ausbreiten, gebildet.

Die Zotten der Placenta foetalis haben vor Kurzem durch JASSINSKY ei
erneute Bearbeitung erfahren. Er bestätigt die Ueberkleidung der Zotte
durch ein Pflasterepithel; ausserdem giebt er an, dass das Pflasterepithel no
von einem Cylinderepithel überzogen sein kann. Indem nämlich die Zotte

---

1) Zur Lehre über die Structur der Placenta. VIRCH. Archiv. Octob. Heft 1867.

2) Ueber die Bildung der Placenta 1853. Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaft Medicin.

3) R. WAGNER. Phys. 3. Aufl.

4) Zur Histol. der Nachgeburt. HOLST's Beitr. zur Gynäcol. u. Geburtsk. 1867. Heft 2

n die Uterusdrüsen hineinwachsen, bleibe das Cylinderepithel derselben auf den isolirten Zotten haften. Meine Untersuchungen zeigten mir über das Verhalten des Ueberzuges folgendes: Es kommen Zotten vor, welche Cylinderepithel tragen; unter diesen ist aber weiter keine Epithelschichte anzutreffen, es grenzt das Cylinderepithel an den Zottenraum, welcher die Blutgefässe trägt. Die jungen Zotten dagegen sind nicht von Cylinderzellen bekleidet, aber auch nicht von Pflasterzellen, überhaupt nicht von abgegrenzten Zellenkörpern; sie bestehen vielmehr bloss aus Protoplasma mit zahlreich eingebetteten Kernen. Die Zotten wachsen bekanntlich aus, und das geht so vor sich, dass aus der Substanz einer Zotte Protoplasmafäden oder Knoten hervorgetrieben werden. Der Faden oder Knoten verlängert und verdickt sich, es häufen sich in demselben Kerne an, und noch immer hat man es mit keiner nachweisbaren Zellengruppe, sondern nur mit einer zusammenhängenden Protoplasmamasse zu thun. Später bildet sich in den Zotten ein Hohlraum, aber auch zu dieser Zeit kann man selbst mit Zuhilfenahme von Silberfärbung keine Epithelzellengrenzen wahrnehmen.

Aus dieser Protoplasmamasse mit eingestreuten Kernen wird aber bald ein aus Cylinderzellen bestehender Zottenmantel gebildet. In dieser Weise muss man den histologischen Befund in Anbetracht der neben einander liegenden Entwickelungsstufen deuten. Man findet fadenförmige solide Zotten, dann dickere, dann solche mit vielen Kernen, solche, die im Inneren eine Höhle bergen, und endlich solche, welche um die Höhle herum nur Cylinderzellen tragen.

Ich muss noch beifügen, dass ich den die Zotten nach aussen begrenzenden Saum, der schon von Goodsir[1]) und Schröder van der Kolk[2]) als eine selbständige Membran aufgefasst wird, manchmal abgehoben und isolirt von der Grundsubstanz wahrnehmen konnte; dabei sah man häufig die Kerne durch eine mehr oder minder beträchtliche Masse der Grundsubstanz von dem Saum getrennt. Ich weiss nicht, ob die Grenzmembran schon im Leben existirt. An frischen Zotten kann man mit den besten Vergrösserungen keine doppelten Contouren nachweisen. Die Membran, welche nach der Methode Jassinsky's (Maceration in Salzsäure) stellenweise abgelöst gefunden wird, kann auch ein Produkt der Gerinnung der oberflächlichen Protoplasmaschichte sein. Es ist ferner nicht wahrscheinlich, dass sich auf den als Protoplasma auswachsenden Fänden eine Membran bildet, da man nachträglich über den Cylinderzellen die frei an der Oberfläche liegenden Zellcontouren sieht.

Die Gefässe der Zotten liegen der Zottenwand nicht direct an, sie flottiren vielmehr in einem Zottenraum, den man also einen perivasculären Raum nennen kann. Dieser Raum ist gewöhnlich am mächtigsten an den Zottenenden

1) Anat. and pathol. researches. Edinb. 1845.
2) Waarnemingen over het Maaksel van de menschliske Placenta en over haren Bl omloop. Amsterdam 1851.



Höhle der Zotten hinein. In den Zottenstämmen zeigt die
Virchow's Schleimgewebe einen deutlichen faserigen Bau:
enden erscheint es aber als structurlose Intercellularsubstan
keinen faserigen Bau mehr nachweisen kann.

In diesem Zottengewebe sind runde, spindelförmige ur
Zellen eingelagert, die von Kölliker als Bildungszellen des
aufgefasst werden: ausserdem sind auch Kerne vorhanden,
Zellleib wahrnehmbar ist. Dies Zottengewebe geht direct
gewebige Grundlage des Chorions über. Zwischen Chorion un
sich noch ein gallertiges Gewebe, die sogenannte Membrana i
nach Bischoff's[1] (Kölliker-Bidder) Untersuchungen den Rest d
zwischen Chorion und Amnios befindlichen Flüssigkeit darstell
mente und Gefässe finden sich in dieser gallertigen Schicht nic

[1] Beitrag zur Lehre von den Eihüllen des menschl. Fötus, 1834.

III.

Der Eileiter.

Diese Beschreibung rührt von dem Stud. med. GRÜNWALD her, der die darauf bezüglichen Arbeiten unter meiner Leitung ausgeführt hat.

Stricker.

Der Eileiter (Tuba oder Muttertrompete.)

Der Eileiter entspringt beim Menschen am oberen seitlichen Rande des Uterus, hinter und etwas über dem Ursprung des Ligamentum teres uteri. Was seinen Verlauf betrifft, so liegt er am oberen freien Rande des Lig. latum, welches sich wie ein Mesenterium zu ihm verhält (HENLE[1]), und ist derselbe ein theils gerader, theils geschlängelter. Der gerade Theil — Isthmus — (BARKOW) liegt dem Uterus näher als der geschlängelte — Ampulle — (HENLE).

Anders ist der Verlauf bei den Säugethieren. Hier sind die Tuben bald im Anfang vom Uterus an geschlängelt, und erst gegen das Ovarium zu gestreckt, bald verhält es sich umgekehrt. Zuweilen verlaufen sie auf der ganzen Strecke in kleinen Windungen; oder sie sind wie ein Knäuel gewunden und in einander geschlängelt, wie bei der Ratte (MEYERSTEIN[2]), bei Simia silvanus und noch mehr bei Opossum (BLUMENBACH, vergleichende Anatomie p. 486).

Die Tuben sind nicht immer gleich lang; es ist bald die rechte, bald die linke länger. Der Isthmus ist stets kürzer als die Ampulle, obwohl das Verhältniss der Länge zwischen beiden sich bei den verschiedenen Säugethieren verschieden verhält.

Beim Huhn ist, wie bei fast allen Vögeln, nur ein Eileiter vorhanden, welcher linkerseits liegt.

---

1) Lehrb. der Anatomie. 2. Theil.

2) HENLE und PFEIFER's Zeitschrift. 3. Reihe. Bd. 23, S. 63. »Ueber die Eileiter einiger Säugethiere.«

Ursprünglich sind zwar die Anlagen zu paarigen weiblichen Geschlechts-organen vorhanden, doch verschwindet im Laufe der Entwicklung gewöhnlich die Anlage auf der rechten Seite [1]. Derselbe steigt, mehr oder weniger gewunden, vor der linken Niere zur Cloake abwärts. Am untersten Abschnitt erweitert er sich plötzlich und wird zum Eihalter (Uterus). Befestigt ist er an einer Peritonealfalte.

Bei den Amphibien ist der Eileiter wieder doppelt. Bei Bufo cinereus reicht er bis über die Lungenwurzel hinauf und ist hier, an seinem abdominalen Ende, etwa auf 8—10‴, mittelst einer Bauchfellfalte an die hintere Bauchwand befestigt. Der übrige Theil ist vielfach geschlängelt. Am untersten Ende wird er plötzlich weiter und endigt in einer blasigen Auftreibung, aus welcher man erst in die Cloake gelangt.

Durch das enge Ostium uterinum steht der Eileiter beim Menschen und bei den Säugethieren in Verbindung mit der Höhle des Uterus, und zwar beim Menschen mit der oberen Ecke desselben. Hier ist auch diese Oeffnung so eng, dass eine feine Borste kaum durchgeschoben werden kann. Doch erweitert sich der Canal in dem Maasse, als er sich dem äusseren Ende — Ostium abdominale — nähert, bis er sich an seiner Mündung abermals verengt. HALLER nahm nach der Erweiterung der Tuba nochmals eine Verengerung, etwa in der Mitte derselben, an; dasselbe that WEBER [2]. MECKEL [3] giebt die Weite des Ost. uter. auf $^1/_2$‴, die des Ost. abd. auf 3—4‴, KRAUSE [4] das Ost. uter. auf $^1/_5$—$^1/_4$‴, die weiteste Stelle vor dem Ost. abdominale auf 2‴ an. HUSCHKE [5] giebt letztere Stelle sogar auf 3—4‴ Weite an.

Am Ost. abdom. erweitert sich die Tuba beim Menschen trichterförmig, welcher Trichter aber durch tiefe, radienartig angeordnete Einschnitte in viele Lappen oder Fransen (Fimbriae) zerfällt, die theils spitz, theils rund sind. An der inneren Fläche dieser Lappen befinden sich theils quere, theils longitudinale Leisten, die sich von der Schleimhaut der Ampulle fortsetzen und nicht ausgeglichen werden können. Besonders übertrifft eine Fimbrie die anderen an Länge. Es ist dies die von HENLE sogenannte Fimbria ovarica, welche mit ihrer Peritonealfläche an dem scharfen und freien Rande des Ligamentum infundibulo-ovaricum (HENLE) — einer secundären Falte des Lig. latum, zwischen lateralem Ende des Eierstockes und Infundibulum — befestigt ist. Diese Fimbrie reicht bis zur Spitze des Ovariums, wo ihr Peritonealüberzug mit der Albuginea des Eierstocks sich verwebt. In vielen Fällen jedoch reicht sie nicht bis zum Eierstocke, wo dann dann das Lig. inf. ovar. eine Furche bildet. In den Fällen, wo zwischen Fimbr. ovar. und Ovarium ein Zwischenraum bleibt, soll der dazwischen befindliche scharfe und nackte Rand der Peritonealfalte mit Flimmerepithel versehen sein.

---

1) STANNIUS, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, p. 333.
2) Bd. III, p. 616.
3) Bd. IV, p. 516.
4) Bd. I, p. 559. 5) p. 470.

Beim Huhn ist jedesmal zwischen Eierstock und Eileiter eine Furche vorhanden. Was das Ost. abdom. betrifft, so fand ich an den vier Hühnern, die ich untersuchte, ein doppeltes Verhalten: In drei Fällen endigte der Eileiter blindsackförmig und war an seiner Kuppe mit einem schiefen Einschnitt versehen, welcher in einen dünnwandigen Trichter führte. Dieser Einschnitt lag in der genannten Furche. Doch waren dies junge Thiere, die noch keine Eier legten. Das vierte war eine alte Henne; hier war das Ost. abd. trichterförmig, fast wie beim Menschen.

Bei Buffo cinereus liegt die Abdominalöffnung am oberen befestigten Ende in einer Querfalte des Bauchfells und zeigt dasselbe Verhalten wie bei den jungen Hühnern.

Ein Querschnitt durch den Isthmus des Eileiters beim Menschen und bei den Säugethieren zeigt das Lumen desselben sternförmig. Es lassen sich hier von aussen nach innen folgende Schichten unterscheiden:

1. Die sehr gefässreiche, bindegewebige Adventitia; 2) Die Muskelschichte, zum grossen Theil aus Ringsmuskelfasern bestehend, — doch sind in derselben auf grösseren oder kleineren Strecken auch longitudinale Muskelschichten eingelagert —; 3) endlich die Schleimhaut, die zahlreiche Falten bildet, welche theils blattförmig, theils kegelförmig sind, oder auch bloss niedrige Leisten bilden. Das Epithel dieser Falten ist ein flimmerndes. Die Cylinder desselben sind ziemlich hoch. Das Innere der Falten ist von einem dichten, sehr gefässreichen Fasernetz erfüllt. Die Muskelschichte der Schleimhaut besteht aus Längsmuskeln.

An der Ampulle zeigen die Adventitia und Muskelschichte dasselbe Verhalten. Nur die Schleimhaut besitzt viel complicirtere Falten, was wohl auch auf eine verschiedene Function dieser Theile schliessen lässt. Diese ragen weiter in das Lumen des Canals hinein als beim Isthmus und scheinen sogar oft mit denen von der entgegengesetzten Seite verwachsen, was sich jedoch bei näherer Betrachtung meistens als ein Irrthum erweist, obwohl sich andererseits nicht läugnen lässt, dass eine solche Verwachsung zuweilen wirklich vorhanden ist. Meist besitzen die Falten auch noch Nebenfalten, welche wieder Zweige abgeben, so dass eine solche Falte das Ansehen eines verzweigten Baumes gewinnt. Es kommen aber auch dicht an einander gereihte, unverzweigte Falten vor, die mehrere Autoren (Bowman, Henning) bewogen haben, der Schleimhaut des Eileiters Drüsen zuzuschreiben. Doch kann man sich an Längsschnitten leicht überzeugen, dass der Eileiter des Menschen und der Säugethiere keine Drüsen besitzt.

Was den feineren Bau der Fimbrien anlangt, so finden wir hier dieselben Bestandtheile wie beim übrigen Eileiter, als dessen unmittelbare Fortsetzungen sie auch zu betrachten sind. Auch die Fimbrien sind ungemein reich an Blutgefässen.

Beim Huhn sind die äussere Umhüllungshaut und die darauf folgende Ringsmuskelschichte so angeordnet wie beim Menschen. Die Falten der

Schleimhaut, im ganzen Verlauf des Eileiters Längsfalten, sind unverzw
und bestehen aus einem fein fibrillirten netzartigen Gewebe, in welc
Zellen von meist runder Gestalt eingestreut sind, die gegen das Epithel an
Grösse zunehmen. In der Mitte der Falte liegt ein gefässreicher Bindegeweb-
strang, der nach allen Seiten hin Zweige in das Innere der Falte abgiebt, a
denen dann auch das erwähnte feinfibrillirte Netz zusammengesetzt ist. I
der Spitze der Falte ist von dem Bindegewebsstrange nichts mehr zu seh
da sich derselbe hier schon durch die Abgabe von Aesten in das Innere e-
schöpft hat. Das Epithel besteht aus einem mehrfach geschichteten Cylinder-
epithel, welches auch flimmert. Die Falten sind bald länger, bald kürz.
Ganz anders verhält sich der Bau des Eileiters bei Buffo cin. Während w
bei den Säugethieren und Vögeln nirgends Drüsen antrafen, befinden sich
im Eileiter dieser Gattung, den oberen befestigten Theil ausgenom-
men, in seiner ganzen Länge, zur Längsaxe senkrechte Drüsen-
schläuche, die nur durch dünne, von der Schleimhaut ausgehende Binde-
gewebslagen von einander geschieden sind.

Schon mit schwacher Vergrösserung sieht man, wenn man die Längs-
falten der Schleimhaut, die durch den ganzen Canal anzutreffen sind und
nahe dem Ost. abdom. am höchsten werden, mit Nadeln auseinander zieht,
zwischen diesen, — mit Ausnahme des befestigten abdominalen Endes, wo
die Drüsen seltener sind, — ein feines sammtartiges Gewebe, welches feine
Oeffnungen zeigt, und das Aussehen der Honigwaben der Bienen hat.

Auf dem Querschnitte sieht man nach aussen eine bindegewebige Um-
hüllungsmembran; dieser folgt eine dünne Ringsmuskelschichte, worauf die
Schleimhaut liegt, in welcher die Drüsenschläuche eingebettet sind, die, wie
schon angegeben, nur durch dünne Bindegewebszüge aus dem Gewebe der
Schleimhaut, in denen auch Gefässe liegen, von einander getrennt sind.
Ueber diesen erhebt sich die Schleimhaut zu zahlreichen Längsfalten, zwischen
denen sich die Oeffnungen der Drüsenschläuche unterscheiden lassen. Die
Schläuche sind von innen mit genau abgegrenzten Pflasterzellen ausgekleidet.
Die Falten der Schleimhaut sind am abd. Ende ziemlich hoch und mannigfach
verzweigt wie beim Menschen. Das Innere derselben ist von einem dichten
Bindegewebsstrang, in dem auch Blutgefässe enthalten und einzelne glatte
Muskelelemente eingestreut sind, ausgefüllt. Nach aussen sind dieselben von
einem hohen Cylinderepithel bekleidet, welches Flimmerhaare besitzt. Im
weiteren Verlaufe des Eileiters sind die Falten unverzweigt.

Capitel XXXVIII.

Entwickelung der einfachen Gewebe.

Von

S. Stricker.

Der Status nascens eines Wirbelthieres ist mit der Befruchtung des mütterlichen Keims gegeben. Der befruchtete Keim ist ein einzelliger Organismus, welcher durch Theilung mehrzellig wird. Wenn die Theilung oder Furchung bis zu einer gewissen Grenze gediehen ist, ordnen sich die jungen Zellen zu Schichten oder Blättern an; aus den verschiedenen Blättern entwickeln sich verschiedene Gewebe, und aus der Combination bestimmter Gewebe die verschiedenen Organe. Mit der Anordnung zu Blättern beginnt gleichsam die gewebliche Differenzirung, und es ist daher verständlich, warum die Lehre von den embryonalen Blättern gerade von den Histiologen mit so grosser Vorliebe gepflegt wird.

Die Embryologen verstehen unter der Bezeichnung »embryonale Blätter« auch die Hüllen, in welchen sich der Embryo später einkapselt. Diese Hüllen stehen aber zu der Histiogenese überhaupt in keiner innigen Beziehung; sie sind vergängliche Organe, welche, wie alle übrigen Organe aus den primären Schichten herauswachsen. Die Lehre von den embryonalen Hüllen ist daher ein Bestandtheil der Entwickelungsgeschichte der Organe, und es kann die erstere nicht abgehandelt werden, ohne die letztere wenigstens in den allgemeinen Zügen zu skizziren.

Nach dieser Auseinandersetzung ergiebt sich der Rahmen für die folgende Darstellung von selbst. Es werden die embryonalen Zellenschichten nur in sofern Berücksichtigung finden, als es für das Verständniss der Histiogenese zweckmässig ist.

Von dem unbefruchteten Keime war schon früher (auf p. 532 u. f.) die Rede. Ich habe dieser gründlichen Abhandlung nur in Bezug auf die Nomenclatur einiges anzufügen. Ich werde die Ausdrücke »Bildungsdotter« (REICHERT)

und »Hauptdotter« (His) ein für alle Mal vermeiden. Beiden Ausdrücken liegen, wie sich später ergeben wird, irrthümliche Anschauungen zu Grunde. Wenn ihnen der Vorzug der Kürze auch nicht zugesprochen werden kann, so ist kein Grund vorhanden, sie an die Stelle des von Remak gebrauchten Ausdruckes »Keim« zu setzen. Es wird in Folge dessen auch zweckmässig sein die Umhüllungsmembran des Keims (Zona pellucida von Baer) nicht Dotterhaut, sondern Keimhülle zu nennen. Nur da, wo der Keim mit einem Dotter (Nahrungsdotter, Reichert, Nebendotter, His) zusammen in einer Hülle steckt, wie bei den Eiern der Vögel, beschuppten Amphibien und Knochenfischen, werde ich diese Hülle als Dotterhülle oder Dotterhaut bezeichnen.

Einer allgemeinen Annahme zufolge ist der befruchtete Keim anfangs kernlos [1]). Man überzeugt sich von dieser Thatsache am besten bei Batrachiern, wenn man ein laichendes Pärchen während der Laichung fing, die bereits geborenen Eier einerseits, und die noch im Mutterleibe befindlichen andererseits gesondert untersucht. Man überzeugt sich dann entweder, indem man die Eier im frischen Zustande zerreisst und den ausfliessenden Inhalt mit sehr schwachen Vergrösserungen untersucht, oder auf Durchschnitten erhärteter Eier, dass die aus dem Mutterthiere genommenen Eier je einen bläschenförmigen Kern (Keimbläschen) besitzen, dessen Membran im frischen Zustande unter der Loupe mit Nadeln zerzupft werden kann; in den jüngsten befruchteten Eiern hingegen lässt sich ein Kern nicht nachweisen. Es ist dieses Verhältniss darum von Interesse, weil es uns lehrt, dass das Wirbelthier als kernloses Klümpchen anfängt. Härtet man solche kernlose Batrachierkeime, so gewahrt man zuweilen auf Durchschnitten eine kleine, etwa der Grösse des ehemaligen Kerns entsprechende Höhle. Es ist dies nach Remak's Bezeichnung die Kernhöhle von Baer's. Wie diese Bezeichnung andeutet, liegt ihr die Vermuthung zu Grunde, dass nach dem Schwinden des Kerns die Höhle, in welcher er lag, zurückbleibt.

Wenn der befruchtete Keim unter günstige Bedingungen gebracht wird, so soll in seinem Leibe alsbald ein neuer Kern entstehen. Ich kann über diesen Kern aus eigener Erfahrung nichts aussagen, und es würde kaum fruchtbringend sein, die einschlägigen Angaben zu verzeichnen. Da die Eier in diesem Zustande zumeist undurchsichtig sind, so kann man den Kern im frischem Zustande nicht sehen. Wenn nun dennoch mit solcher Bestimmtheit von der Bildung eines neuen Kerns gesprochen wird, so ist das vielmehr darin begründet, dass man in den späteren Theilprodukten des Keims die Kerne deutlich unterscheiden und ferner auch constatiren kann, dass diese Kerne homogen erscheinen und fast das Aussehen von Fettkugeln bieten. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass sich der alte Kern unserer Beobachtung

---

1) Bestimmte Angaben über das Erhaltenbleiben des Keimbläschens und Uebergang desselben in die Kerne der Furchungszellen hat nur Johannes Müller für Entoconcha mirabilis (Monatsberichte der Berliner Akademie, 1851 September) gemacht.

entzieht, ist es also in hohem Grade wahrscheinlich, dass es sich hier um eine Neubildung handelt.

Bevor sich der Keim zur Theilung anschickt, führt er gewisse selbständige Formveränderungen aus.

Von den amöboiden Bewegungen des Forellenkeims wurde schon früher (p. 559) gesprochen. Wenn man die frisch gelegten Eier von Bufo cinereus aufmerksam beobachtet, sieht man, dass sie mehrere Facetten haben und erst allmählig die Kugelgestalt annehmen. Für das Vogelei sind Formänderungen vor Eintritt der Furchung allerdings nur an erhärteten Präparaten durch Vergleichung von Durchschnitten verschieden hoch entwickelter Keime erschlossen worden. Hierher ist auch die von Bischoff zuerst am Kaninchenei gemachte Beobachtung zu rechnen, dass sich der Dotter (Keim) von der Zona pellucida zurückzieht, ehe er sich theilt.

Ob die an demselben Orte mitgetheilte Beobachtung über Rotationen des ungefurchten Keims innerhalb der Dotterhaut gleichfalls hieher zu zählen ist, bleibt zweifelhaft. Bischoff hat die Beobachtung nur bei einem Thiere gemacht, und es ist seither über Rotationen [1]) am ungefurchten Eie nichts bekannt geworden.

Furchung und Blätterbildung.

A. Batrachier. Die Furchung der Batrachiereier wurde im Jahre 1824 von Prevost und Dumas [2]) entdeckt und im Jahre 1826 von Mauro Rusconi [3]) in ihrer ganzen Bedeutung erkannt.

Für die Beobachtung dieses Processes giebt es in der That kein günstigeres Material als Batrachiereier. Es ist erstens mit dem Heranrücken der ersten Frühlingstage in grossen Mengen, und wenn man verschiedenen Species nachspürt, in Abständen von einigen Tagen bis Wochen zu wiederholten Malen zu erlangen.

Es kommt ferner der Umstand in Betracht, dass die Furchung ohne irgend welches Zuthun unter unseren Augen abläuft. Man braucht eben nur eine Laichschnur (Bufo) oder einen Laichklumpen (Rana) in eine flache Schale unter Wasser zu legen, um nun mit der Loupe bewaffnet bequem den ganzen Process verfolgen zu können. Die Keimhülle ist bei dieser Beobachtungsweise (im auffallenden Lichte) nicht wahrnehmbar, und man bekommt daher den Eindruck, als ob die Keime sich auf ihrer Oberfläche furchen würden.

Wenn man indessen eine Gruppe von Eiern in ein Glasschälchen legt und im durchfallenden Lichte mit etwas stärkeren Vergrösserungen (40—50 linear) untersucht, so überzeugt man sich bald, dass die durchsichtige Hülle an der Furchung keinen Antheil nimmt.

---

1) Entwickelungsgeschichte des Kaninchens 1842, p. 58 und 59 dieses Werkes ist die auf Rotationen des Dotters bezügliche Literatur angegeben.

2) Annales des sciences Sér. 1, Tom. II.

3) Développement de la grenouille c.

Man kann sich die Bildung der ersten Furchen des Batrachierkeimes am besten versinnlichen, wenn man eine Kugel aus Modellirthon folgendermaassen einschnürt. Erst lege man eine Schnur in einen Meridian, und dann eine zweite in einen darauf senkrechten grössten Kreis. Dann lasse man beide Schnüre vom oberen Pole her so einsinken, dass ein oberes Drittel der Kugel von ihnen durchschnitten wird. Nun lege man eine dritte Schnur parallel dem Aequator, etwa an der Grenze zwischen oberem und zweitem Drittel der Kugelaxe, und lasse diese Schnur vollständig durchschneiden. Dadurch werden, vom oberen Pole ausgehend, vier Kugelsegmente abgeschnürt, während der grössere untere Theil der Kugel ungetheilt bleibt, mit Ausnahme der Oberfläche, wo die zwei meridianen Schnüre die späteren Theilungen andeuten.

Die Bildung dieser drei Furchen geht allmählig vor sich. Sie dürfte bei einer Temperatur von 18—20° C. drei bis vier Stunden, vom Geburtsacte an gerechnet, in Anspruch nehmen.

Bevor sich eine Furche definitiv festsetzt, runzelt sich die Oberfläche, wird wieder glatt und wiederholt dieses Spiel mehrere Male. Von der Hauptfurche gehen ferner zahlreiche kleine Nebenfurchen ab, die nur vorübergehender Natur sind. REICHERT hat diese Nebenfurchen als den Faltenkranz beschrieben, und MAX SCHULTZE [1]) hat gezeigt, dass sie der Ausdruck einer Bewegung des Keimes sind.

Da wo sich die drei ersten Furchen schneiden (für das im Wasser schwebende Ei gerechnet in der oberen Hälfte gelegen), bildet sich eine Höhle. Ob diese mit der Kernhöhle zusammenfällt, kann ich aus eigener Erfahrung nicht aussagen. Die Höhle vergrössert sich, indem sich die einander zugekehrten Ecken der Segmente zurückziehen und abrunden.

Die weitere Furchung beschränkt sich zunächst hauptsächlich auf diese vier oberen Segmente. Sie werden in immer kleinere Stücke zertheilt, dabei wird die Höhle immer grösser, bis endlich im oberen Drittel des Eies ein geräumiges Cavum (*F* Fig. 399) zu Stande kommt, das man sich mit Rücksicht auf die weiteren Vorgänge am besten folgendermaassen versinnlicht. Man denke sich einen sphärischen Apfel, entsprechend dem oberen Drittel der Kugelaxe so ausgehöhlt, dass daselbst nur die Schale übrig bleibt. Dann ist ein unterer grösserer Abschnitt des Apfels solid, während sich im oberen Abschnitte ein Cavum befindet, welches nur von der dünnen Schale bedeckt ist.

Wir bezeichnen die Höhle im Froscheie als BAER'sche Furchungshöhle; die dünne, aus kleinen Furchungselementen oder Embryonalzellen gefügte Kuppel (Schale) über derselben als Decke (*D*), und die solide untere Hälfte als Boden der Furchungshöhle.

Während sich diese Höhle ausbildet, schreitet die Furchung allmählig auch in dem unteren soliden Abschnitte fort, aber auch hier mehr an der Oberfläche als im Inneren. So kommt es, dass das ganze Ei sehr bald von

---

1) De ovorum ranar. segment. 1863.

einem Mantel kleiner Furchungsabschnitte oder Embryonalzellen umhüllt ist. Nunmehr ist unser Bild mit dem theilweise ausgehöhlten Apfel noch zutreffender.

Die Apfelschale versinnlicht den Mantel kleiner Zellen, und das Fleisch im unteren soliden Abschnitte jenen Rest des Keims, der sich nur langsam abfurcht und zur Zeit, als der Mantel abgefurcht ist, noch aus sehr grossen Furchungsstücken besteht. Das Bild wird aber erst vollständig, wenn man am unteren Pole des sphärischen Apfels von der Schale ein kreisförmiges Stück ausschneidet, so dass hier das Fleisch bloss liegt. Es reicht nämlich die fortschreitende Verkleinerung (Theilung) der oberflächlichen Zellen nicht bis an den unteren Pol. Hier bleibt ein kleines, anfangs unregelmässig, später kreisförmig begrenztes Feld zurück (*P*), dessen Centrum in den unteren Pol fällt, und das aus grossen, polygonalen Flächen zusammengesetzt ist.

Während die äussere Fläche des Mantels aller in diesem Zustande befindlichen Batrachierkeime dunkelbraun ist, bleibt dieses Feld weisslich, wenn die untere Hälfte des Eies vom Hause aus so beschaffen war (Bufo fuseus), oder es wird weisslich, wenn die untere Hälfte des frisch gelegten Eies braun (Rana temporaria, Bufo ciner. und viridis) war.

Die grossen weissen Zellen, welche den Boden der Furchungshöhle füllen und an dem unteren Pole zu Tage liegen (s. Fig. 399), wurden von Reichert als centrale Dottermasse bezeichnet. Remak hat schon, weil er in Uebereinstimmung mit Rusconi dargethan hatte, dass in Batrachiereiern kein dem Dotter analoges Gebilde vorhanden sei, jenen Namen durch das Wort Drüsenkeim ersetzt. Ich kann auch diese Bezeichnung nicht acceptiren, weil die Annahme, durch welche Remak zu derselben gelangt ist, sich als nicht stichhaltig erwiesen hat. Jene Zellen tragen nicht allein zur Anlage der Drüsen bei; sie sind noch nicht geschichtete Furchungselemente, aus welchen sich also verschiedene Gewebe entwickeln. Ich will sie aus diesem Grunde als Keimzellen bezeichnen und damit andeuten, dass ihr geweblicher Charakter noch nicht entschieden ist.

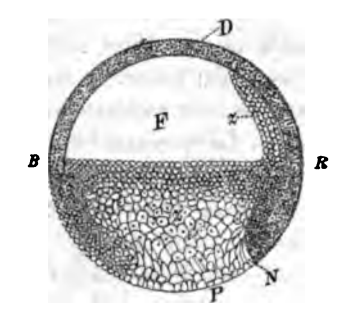


Fig. 399 stellt einen meridionalen Durchschnitt eines Eies von Bufo cinereus vor, dessen Entwickelungshöhe der auf dieser Pagina geschilderten nicht mehr ganz entspricht. *F* Furchungshöhle, *D* Decke derselben, *P* weisses Feld am unteren Pol, *Z* Keimzellen im Boden der Furchungshöhle, *z* Keimzellen, welche vom Boden der Höhle an die Decke heraustreten, *N* Durchschnitt der Furche Rusconi's, *R* Rückenhälfte, *B* Bauchhälfte.

Die Keimzellen werden da, wo sie frei zu Tage liegen, zuerst durch eine halbmondförmige Spalte (*N*), von der aus kleineren Zellen bestehenden, aussen braunen Mantelzone scharf abgegrenzt. Es wird diese Spalte nach ihrem Entdecker die Rusconi'sche[1]

[1] Développement etc.

Furche genannt. Später ergänzt sich diese zu einer Kreisfurche, und die nunmehr kreisförmig abgegrenzten grossen Keimzellen wurden von Ecker[1] als Dotterpfropf bezeichnet. Ich habe jene Eihälfte[2], an welcher die halbkreisförmige Furche entsteht, Rückenhälfte genannt, weil sich an dieser der Rücken des Embryos ausbildet; es fällt die Längenaxe des Rückens in eine Linie, welche von der Mitte jener Furche zum oberen Pole läuft. Die entgegengesetzte Hälfte habe ich Bauchhälfte genannt. Es war nämlich schon Baer bekannt, dass die Eichen im Wasser später eine Drehung um 90° ausführen, so dass der Meridian zu einem Aequator wird. Durch diese Drehung kommt die jetzt seitlich gelegene Rückenhälfte nach aufwärts zu liegen. Diese Drehung wird durch die Bildung einer zweiten Höhle eingeleitet, welche sich der Rückenhälfte entlang hinzieht. Dadurch wird der Schwerpunkt des Eichens verschoben und die Drehung ist eine nothwendige Folge davon. Diese zweite Höhle (*N.* Fig. 401) ist von Rusconi[3] erkannt worden. Rollett[4] hat einige irrthümliche Beziehungen in der Nomenclatur der beiden Höhlen durch historische Forschung aufgedeckt und festgestellt, dass die Baer'sche Höhle als elliptische, die Rusconi'sche aber als halbmondförmige zu bezeichnen ist.

Remak[5] hat angenommen, dass die Rusconi'sche Höhle von der gleichnamigen Furche aus durch Einstülpung entstehe. Theoretische Erwägungen haben ihn zu dieser Annahme geführt. Er hatte angenommen, dass der Vogelkeim aus drei Zellenlagern oder Blättern zusammengesetzt sei. Das oberste oder äusserste nannte er Hornblatt oder sensorielles Blatt, das zweite mittleres oder motorisches, auch motorisch germinatives Blatt, und das dritte endlich Darmdrüsenblatt. Dass der Vogelkeim blattartig ist und sich nach abwärts einkrümme, war schon seit C. F. Wolf bekannt. Nun glaubte Remak die Analogie zwischen Vogel- und Batrachierkeim durch folgende Annahmen plausibel zu machen.

In der Decke der Furchungshöhle suchte er die Analoga für das sensorielle und motorische Blatt, das Analogon des Drüsenblattes der Vögel hingegen in dem weissen Feldchen am unteren Pol des Batrachiereies. Der Froschkeim, sagte er, ist zwar nicht blattförmig, könne sich also im Sinne des Vogelkeims nicht einkrümmen. Hingegen stülpe sich die untere Fläche des kugeligen Batrachierkeims ein, um sich an das motorische Blatt, welches er sich, wie gesagt, an der inneren Fläche der Mantelschichte als bereits vollendet gedacht hat, anzulegen. Ich habe indessen gezeigt[6], dass die Rusconi'sche Furche durch ein Auseinanderweichen der Formelemente und nicht durch eine Einstülpung zu Stande komme. Von dieser Furche aus sah ich

---

1 Icones physiology.
2 Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XI.
3 Müller's Archiv. 1836.
4 Rollett, Untersuchungen. Leipzig 1870.
5 l. c. 6 l. c.

auf Durchschnitten eine schmale Trennungsspur in einer der Mantelfläche nicht ganz parallelen Richtung der Rückenhälfte entlang nach aufwärts ziehen. Ich glaubte somit berechtigt zu sein, jene Trennungsspur für die Anlage der Rusconi'schen Höhle zu halten, und anzunehmen, dass diese nicht durch eine Einstülpung, sondern durch ein Auseinanderweichen der Formelemente entstehe.

In Bezug auf die Frage, ob Einstülpung oder Spaltung, schloss sich Golubew, der einzige Autor, der sich nach mir in bestimmter Weise darüber geäussert hat, meiner Anschauung an. Meine Darstellung über den Beginn der Rusconi'schen Höhle bezeichnet aber Golubew [1]) als den Thatsachen ebenfalls nicht genau entsprechend. Ich kann auf eine Controverse über diese Frage und an diesem Orte nicht eingehen, weil ich meinem Vorwurfe getreu die anatomischen Details nur in sofern berücksichtigen darf, als sie zum Verständnisse der Schichten nothwendig sind. In Rücksicht auf die Beziehungen der Spalte zu den embryonalen Schichten herrschen aber keine Differenzen.

Remak hat erkannt, dass eine Gruppe weisser Keimzellen von dem Boden der Furchungshöhle aus, und zwar an der Grenze, wo dieser in die Decke der Höhle übergeht, eine Strecke weit an diese Decke heranreichen (z. Fig. 399). Ich [2]) habe ferner dargethan, dass diese heranreichenden Zellen für die Blätterbildung von fundamentaler Bedeutung sind.

Ich habe gezeigt, dass die Decke der Furchungshöhle (*D* Fig. 399) nämlich nur die Anlage für das sensorielle Blatt [3]) (Remak) enthält, und dass aus den Zellen, welche sich neu an die Decke legen, die Analoga dessen gebildet werden, was Remark mittleres und Drüsenblatt genannt hat.

Nachdem ich erfahren hatte, dass diese Keimzellen anfangs an der Rückenhälfte nur bis zu einer geringen Höhe, und später immer weiter reichen, ja so weit, dass sie endlich den oberen Pol überschreiten und den in gleicher Weise an die Decke heranstrebenden Keimzellen der Bauchhälfte entgegenwachsen; nachdem ich ferner erfahren hatte [4]), dass die Zellen des Batrachierkeims auf dem Objectträger freiwillig Form und Ort verändern können, sprach ich die Meinung aus, dass jene Keimzellen durch freiwillige Bewegungen dem Gesetze der Schwere entgegen nach aufwärts streben. Golubew [5]) hat auch diese Meinung nicht zu der seinigen machen können. Er glaubte, dass Theilungsvorgänge die Ursache seien für das Wachsthum in die Höhe.

Ueber unsere gegenseitigen Meinungen kann ich wieder an diesem Orte nicht dissentiren. Die Frage, ob sich die Zellen durch Wanderung verschieben, oder dadurch, dass sie sich bei fortschreitender Theilung gegenseitig ihre Lage anweisen, ist an und für sich von Interesse, aber für die Blätterlehre

1) l. c. Taf. D. Fig. 2.

2) l. c.

3) In demselben Sinne wurde die Sache auch nachträglich von Götte gedeutet (vide Max Schultze's Archiv. Bd. 4).

4) Ueber die selbständigen Bewegungen etc. Wiener Sitzungsber. 1863.

5) l. c.

von nebensächlicher Bedeutung. Von Bedeutung ist hier nur, dass die Zellen überhaupt verschoben werden, um die embryonalen Blätter bilden zu helfen, und diese Angelegenheit darf wieder als erledigt angesehen werden.

Es wurde schon früher angedeutet, dass die von der Rusconi'schen Furche ausgehende Spalte der Rückenhälfte entlang nach oben fortschreitet.

Wenn die halbmondförmige Spalte in ihrem Wachsthume nach oben an die Grenze der Furchungshöhle angelangt ist, stösst sie auf die früher erwähnten weissen Keimzellen, welche der Rückenhälfte entlang vom Boden der Furchungshöhle an die Decke heranreichen. In diese hinaufreichenden Zellen wächst nun die Spalte hinein.

Legt man durch das Ei vom unteren Pol ausgehend eine Anzahl horizontaler Schnitte an, so erkennt man, dass die in der Rückenhälfte befindliche Spalte nahezu halbmondförmig ist; sie wird nach aussen durch die aus kleinen Zellen bestehende Mantelschichte, nach innen von weissen Keimzellen (z) begrenzt. Die Mantelzone ist indessen jetzt hier viel dicker, als da, wo sie die Decke der Furchungshöhle bildet. Mit anderen Worten, es ist hier die Theilung der grossen Keimzellen zu kleineren Zellen gegen die Axe des Eies zu vorgeschritten. Was jetzt nach aussen von dieser Spalte liegt, ist nicht mehr das Analogon des sensoriellen Blattes (Remak), sondern es enthält die Anlage für alle Keimblätter. Aus der Spalte wird später ein Theil der Visceralhöhle, und was nunmehr nach aussen von ihr liegt, bildet die ganze Dicke des Rückens. Auf hinreichend dünnen Durchschnitten von in Chromsäure gehärteten Präparaten kann man an diesem Theile des Rückens schon sehr deutlich zwei ungleich breite Schichten erkennen. Die dünnere äussere Schichte besteht aus kleineren Zellen und ist das Analogon des sensoriellen Blattes (Remak); die dickere innere Schichte besteht aus grösseren Zellen, die aber immerhin wesentlich kleiner sind, als die grossen Keimzellen im Centrum des Bodens der Furchungshöhle. Aus dieser inneren dickeren Schichte spaltet sich später eine innerste einzellige Lage (Darmdrüsenblatt, Remak) ab, während der Rest das hier ziemlich mächtig entwickelte mittlere oder motorisch germinative Blatt darstellt.



Fig. 400. Senkrechter und grösster Durchschnitt durch ein Ei von Bufo cinereus. Die von *N* ausgehende und bis über *z* hinausreichende Höhle ist im Interesse des Verständnisses in ihrer ganzen Ausdehnung als breite Spalte gezeichnet, was in der That nur in ihrer oberen Hälfte der Fall ist. *D* Decke. *Z* Boden der Furchungshöhle *F*. *P* weisses Feld.

Die auf dem Durchschnitte sichelförmige Zellenanlagerung (z) schreitet immer höher gegen den Pol hinauf, und die auf dem Horizontalschnitte halbmondförmige Spalte wächst ihr nach. Da aber die Spalte in jene neu angelagerten Zellen hineingreift, so bleibt ein Theil derselben nach wie vor auswärts von der Spalte als definitive Anlagerung an der Decke der Furchungshöhle haften,

ein anderer Theil hingegen, und zwar der dünnere (*D*), bleibt als Scheidewand zwischen der Spalte und der Baer'schen Höhle.

Legt man durch Eier der ebengeschilderten Entwickelungsstufen den Rücken halbirende meridionale Schnitte an (Fig. 401), so sieht man, dass jene Zellen, welche aus dem Boden der Furchungshöhle an ihre Decke heranlangten, und durch die Bildung der halbmondförmigen Spalte an dieser Decke haften blieben, in einer Flucht nach abwärts zu jenen Zellen führen, welche früher als zur inneren dickeren Schichte des unteren Rückenabschnittes gehörig geschildert wurden. Mit anderen Worten, das was sich nachträglich an die Decke der Furchungshöhle anschmiegt, ist Anlage des motorischen und Darmdrüsenblattes.

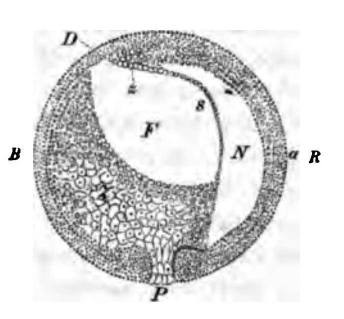


Fig. 401. Ich habe die hier wiedergegebene Abbildung im Jahre 1860 nach einem überaus gelungenen Präparate gezeichnet. Wie viel ich damals bei der Ausführung der feineren Zeichnung schematisirt habe, kann ich heute nicht mehr aussagen. In den Hauptzügen aber habe ich es so treu wie möglich abgenommen. Ich nehme daher keinen Anstand, diese Abbildung heute zu reproduciren, trotzdem seither durch Götte van Bambeke und Golubev dieselben Verhältnisse vortrefflich illustrirt wurden. Meine Abbildung scheint mir das Verständniss wesentlich zu erleichtern, und darauf kommt es hier ja vorzüglich an. *D F P Z z* wie unter 400. *a* Rücken des Embryo, *s* Grenze zwischen Nahrungshöhle *N* und Furchungshöhle.

Ich habe schon früher erwähnt, dass in der ursprünglichen Decke der Furchungshöhle nur das Analogon des Remak'schen sensoriellen Blattes zu suchen ist. Dieses Blatt besteht aber, wie ich [1]) und von Bambeke [2]) gezeigt haben, bei den Batrachiern aus zwei Lagen, aus einer oberflächlichen einfachen Lage brauner Zellen, und aus einer tieferen, stellenweise einfachen, stellenweise mehrfachen Lage weisslicher Zellen. Die äusseren braunen Zellen bilden die Anlage der hornigen Bedeckungen des Thieres, die inneren weisslichen Zellen aber machen das eigentliche sensorielle Blatt aus.

Bei Vögeln und Säugethieren sind diese beiden Schichten so enge mit einander verbunden, dass eine Differenzirung selbst auf den besten Querschnitten nicht wahrnehmbar ist. Remak hat desswegen beide Anlagen als eine einheitliche angesehen und das gesammte Blatt als sensorielles Blatt (centralen Theil), oder Hornblatt (peripheren Theil) bezeichnet. Er hat aber dabei den theoretischen Bedenken Ausdruck gegeben, welche gegen die Annahme auftauchen müssen, dass die hornigen und nervösen Gebilde aus einem Blatte stammen. Von um so grösserem Interesse ist daher die Erfahrung, dass bei Batrachiern, und wie ich später darthun werde, auch bei Fischen Horn- und Nervengebilde schon in der ersten Anlage getrennt sind. Ich bezeichne daher, diesen Verhältnissen Rechnung tragend, die äussere braune Zellenlage als

1) l. c.

2) Recherches sur le Développement du pelobates brun (Mémoire publié par l'acad. Belgique. Tome 34.

Hornblatt, und die tiefere weissliche Zellenlage als Nervenblatt: in Rücksicht auf Vögel und Säugethiere aber, und überhaupt da, wo es durch spätere Untersuchungen nothwendig werden sollte, werde ich das äussere Keimblatt (REMAK) als vereinigtes Horn- und Nervenblatt bezeichnen.

Recapituliren wir in Kürze die Ergebnisse unserer Darstellung, so sehen wir, dass Horn und Nervenblatt aus einer äusseren Mantelzone des sphärischen Eies hervorgehen, dass aber motorisches und Drüsenblatt aus den grossen Keimzellen entstehen, welche in der unteren Eihälfte als Vorrath angesammelt waren. Die Keimzellen haben diese Metamorphose zum Theil direkt an dem Orte ausgeführt, wo sie ursprünglich lagen (untere Eihälfte), zum Theil aber mussten sie erst activ oder passiv verschoben werden, und zwar geschah diese Verschiebung vom ursprünglichen unteren Pole gegen den oberen Pol, oder was gleichbedeutend ist, vom Schwanzende der zukünftigen Larve gegen das Kopfende hin.

Sobald die Rusconi'sche Furche zu einem Kreise ergänzt ist, wächst auch von der Bauchseitenhälfte derselben eine Spalte in der Richtung gegen den oberen Pol. Sie erreicht aber kaum ein Viertel der Höhe des Keimzellenlagers (rücksichtlich der Dimensionen dürften die verschiedenen Species variiren) und erweitert sich am blinden Eiende. REMAK hat diese Spalte Afterhöhle genannt.

Die erste an der Rückenhälfte befindliche und auf dem Querschnitte halbmondförmige Spalte wird durch die Afterhöhle ergänzt. Legt man jetzt in der Höhe des unteren Pols einen horizontalen Schnitt an, so bekommt man eine kreisförmige Spalte zur Anschauung. Dieser Kreis wird ganz nahe am unteren Pole etwas enger und hört mit der frei zu Tage liegenden Rusconi'schen Furche auf. Es ist also hier ein an dieser Furche beginnender trichterförmiger Raum vorhanden, in welchem der aus weissen Keimzellen bestehende Zapfen (Dotterpfropf-Ecker) steckt. Indem sich der Kanal, in welchem das äusserste Stück des Zapfens steckt, allmählig verengert, wird das weisse Feld so klein, dass man es nur noch als weisslichen Punkt erkennt. Später schwindet auch dieser, und es bleibt nur ein auf Durchschnitten und bei starker Lupenvergrösserung eben noch erkennbarer Kanal zurück, der von allen Autoren übereinstimmend als Afteröffnung bezeichnet wurde. Indem sich der stark verschmächtigte Zapfen weisser Keimzellen zurückzieht oder abreisst (so ist es wenigstens zweifellos bei Bufo cinereus der Fall), communicirt nunmehr die Rusconi'sche Höhle mit der Afterhöhle in der ganzen Breite. Ein kleiner und mit freiem Auge erkennbarer ringförmiger Wulst an der Aussenwand dieser Höhle deutet noch die Stelle an, wo der Dotterpfropf ehemals die Höhle unterbrach, und die Vertiefung in dem Wulste giebt einen Anhaltspunkt für die einzuhaltende Schnittrichtung, wenn man den ausmündenden Kanal treffen will.

Inzwischen hat das Ei die Drehung ausgeführt, der Meridian ist zum Aequator geworden, die Afteröffnung liegt seitlich, die Rückenhälfte oben und

die Bauchhälfte mit dem stark gegen die Nahrungshöhle vorspringenden Wulst von Keimzellen nach unten. In dem letzteren pflegt sich ein Rest der Baer'schen Furchungshöhle lange zu erhalten.

Nunmehr kann das Ei als eine von geschichteten Wänden oder Blättern umgebene Blase angesehen werden, mit der Modification, dass in der unteren Hälfte der Blase das innerste Blatt durch einen Berg von Keimzellen hervorgetrieben wird. Im Uebrigen sind aber die verschiedenen Schichten durchaus nicht an allen Orten gleichmächtig. Ich breche indessen hier mit der Schilderung ab, weil diese Verschiedenheiten schon den Anfang der Organanlagen ausmachen, welche an diesem Orte nicht beschrieben werden können.

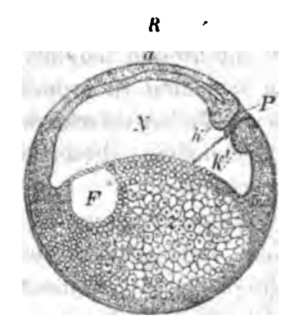


Fig. 402. *F N a P Z* wie früher *K K*; die Durchschnitte des kreisförmigen Wulstes und Grenzen des Afters. Die punktirte Linie zwischen *K R* deutet die ehemalige Verbindung des Dotterpfropfes mit der Keimzellenmasse Z an. Das Ei in diesem Zustande hat schon die Drehung ausgeführt, der Rücken liegt oben, der Bauch unten.

B. Hühnerkeim. Im Hühnereie bildet der sogenannte Hahnentritt den Keim, der mit dem gelben Dotter in einer gemeinschaftlichen Hülle liegt. Pander [1]) schilderte den Hahnentritt als aus zwei von einander leicht zu unterscheidenden Theilen gebildet, von denen der eine im Eigelb eingesenkt, der andere als eine Schichte auf der Oberfläche derselben liegt. Der letztere, sagt er, ist eine runde Scheibe, in und aus welcher der Fötus sich bildet, und welche daher auf den Namen Keimhaut mit Recht Anspruch machen kann. Den ersteren Theil nannte Pander Kern des Hahnentritts. Es ist dieser ein Bestandtheil des sogenannten weissen Dotters, der unter dem centralen durchsichtigen Theil der Keimhaut liegt, mit ihr aber nicht verbunden ist.

Die Aussage von Pander, dass der Embryo ganz und gar aus der Keimscheibe hervorgeht, ist noch bis zum heutigen Tage unerschüttert.

Reichert [2]) und His [3]) haben allerdings von verschiedenen Gesichtspunkten aus behauptet, dass die Formelemente des weissen Dotters in den neuen Thierleib eingehen. His hat auch auf Grundlage seiner Behauptung die Keimscheibe als den Hauptkeim (Archiblast oder Neuroblast) und den beitragenden Bestandtheil des weissen Dotters als den Nebenkeim (Parablast oder Haemoblast) bezeichnet. Die genannten Behauptungen sind aber nicht hinreichend erwiesen worden, und es wird sich im Verlaufe meiner Darstellung ergeben, dass die Beobachtungen, aus welchen sie geschöpft wurden, noch eine andere den allgemeinen biologischen Principien conformere Deutung erlauben.

---

1) Beiträge zur Entw. des Hühnchens. Würzburg 1817.
2) Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche 1840.
3) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes 1868.

Die Darstellung PANDER's bezieht sich auf gelegte, befruchtete, aber nicht bebrütete Eier. Der Beginn der Bebrütung darf aber durchaus nicht als der Anfang der Entwickelung überhaupt angesehen werden. Auf der Wanderung durch den Eileiter laufen die für unsere Darstellung wichtigsten Vorgänge ab. Da furcht sich nämlich der Keim und beginnen die Furchungselemente sich zu Schichten zu ordnen. Am gelegten Eie ist diese Schichtung in verschiedenen Fällen verschieden weit vorgerückt, und es wäre schon deswegen unzweckmässig, dieser Periode einen bestimmten histologischen Charakter zuzuschreiben.

Die Furchung des Hühnerkeims ist zuerst von COSTE [1]) beschrieben worden. Doch geschah dies nur in sofern, als man die Furchungsbilder von der Oberfläche der Keimscheibe sehen kann. OELLACHER [2]) hat Hühnerkeime in verschiedenen Furchungsstadien auf Durchschnitten untersucht, und wir begegnen in dessen Abhandlung zum ersten Male einer den wirklichen ersten Anfängen des Hühnchens entsprechenden Darstellung. Ich bin deswegen gezwungen, mich zunächst an diese zu halten. Da die Untersuchungen OELLACHER's unter meinen Augen ausgeführt worden sind, wird meine Beschreibung zum Theil auch in eigenen Beobachtungen wurzeln.

Alle hier zur Sprache kommenden Präparate sind folgendermassen gewonnen. Die Dotter von Eileitereiern oder gelegten Eiern im Laufe des ersten Brüttages wurden sorgfältig vom Eiweiss befreit, in verdünnter Chromsäure vorsichtig gewaschen, die sich bildenden Eiweissniederschläge mit der Pincette entfernt, und dann der gereinigte Dotter wieder in eine reine verdünnte Chromsäure-Lösung gelegt. Nach einigen Tagen wird jenes Segment des Dotters, an welchem die Keimhaut sichtbar ist, abgetragen und vorsichtig in Alkohol gelegt, daselbst bis zur möglichsten Entwässerung liegen gelassen und eingebettet. Behufs Einbettung wird ein Papierkästchen bereitet und dieses bis zur Hälfte mit einer Mischung von Wachs und Oel gefüllt.

Wenn die Mischung in dem Kästchen so weit erstarrt ist, dass man annehmen kann, ein darauf gelegtes Präparat werde nicht untersinken, lege man das Präparat in erwünschte Lage hin und bedecke es wieder mit der flüssigen Mischung, bis das Kästchen gefüllt ist. Sobald dieser zweite Nachschub zu erstarren anfängt, merke man genau auf die Lage des Präparats, und nach voller Erstarrung markire man die Schnittrichtung. Das Mengenverhältniss von Wachs und Oel wird so gewählt, dass die Consistenz der Mischung der Consistenz des Präparats und den Eigenthümlichkeiten des Präparators so wie seiner sonstigen Behelfe entspricht. Ich kann bei dieser Gelegenheit nicht umhin, meine Verwunderung über den Eigensinn auszusprechen, mit welchem ausgezeichnete Mikroskopiker sich des Vortheils, welchen die Mischung bietet, entschlagen. Die Mischung zweier Körper von so verschiedener Consistenz, wie Wachs und Oel, bietet uns die Möglichkeit einer Abstufung durch alle Consistenzgrade, welche zwischen denjenigen der beiden Körper liegen. Für die ausserordentlich zarten embryologischen Präparate sind solche Vortheile unschätzbar.

Beiläufig will ich noch bemerken, dass man, wenn das Präparat Höhlen besitzt (Froscheier) diese eröffnen muss, damit sie von der Masse vollständig ausge-

1) Siehe dessen Histoire du développement des corps organisés.

2) STRICKER Stud. 1870.

füllt werden. Nur wenn Präparat und Wachsmasse überall in vollständigem Contacte sind, kann man gute Durchschnitte erwarten.

Die Papierkästchen sollen so gross sein, um der Hand des Präparators entsprechend ein zur sicheren Fixirung genügend grosses Stück erhärteter Masse zu bieten. Die Messer sollen ferner gross, von grösstmöglicher Schärfe und wenigstens auf einer Seite flachgeschliffen sein. Das schneidende Messer soll an seiner oberen Fläche eine Schichte Terpentinöl tragen. Ist der Schnitt geführt, muss das Präparat wieder mit Hilfe von Terpentinöl auf den Objectträger geschwemmt werden. Dort kann er in bekannter Weise (mit Nelkenöl, Damarfirniss und Papierwall) bleibend aufbewahrt werden.

Soweit Durchschnitte von in Chromsäure gehärteten Eiern auf die wirklichen Lagerungsverhältnisse zu schliessen gestatten, lässt der völlig reife Keim die Form einer biconvexen Linse erkennen, die an einem Pole, in der natürlichen Lage dem unteren, etwas eingedrückt ist; ihr Durchmesser beträgt etwa 0·5 Mm., ihre Dicke 0·05 an den eingedrückten, 0·06 an den biconvexen Stellen. Ein solcher Körper ist eben da scharf gezeichnet anzutreffen, wo man den Keim zu suchen hat. Ueber ihm liegt die Dotterhaut und unter ihm eine feingranulirte Masse, von der sich vorläufig nicht aussagen lässt, ob sie noch zum Keime gehört oder nicht. Ein Keimbläschen hat Oellacher in diesem Stadium auf Schnitten nicht wahrnehmen können.

An einem Eie, welches, nach der Legezeit der Henne zu schliessen, noch 12—14 Stunden im Eileiter zu verweilen hatte, wurde die erste Furche des Keims gefunden. Der als Keim gedeutete Körper hatte eine dem früher geschilderten analoge Lage, war aber etwas grösser und dicker. Von dem Centrum seiner convexen Oberfläche zog sich etwas schräg nach abwärts eine geschlängelte Trennungsspur der Substanz.

Das zweite Furchungsbild wurde aus einem Eie gewonnen, dessen Schale schon nachweisbar Kalksalze enthielt. Wieder war an der Stelle, an welcher der Keim zu suchen ist, eine näherungsweise concav convexe Scheibe vorhanden, die aber dünner und grösser erschien, als die des früheren Stadiums. Von der Oberfläche gingen hier fünf Furchen in die Tiefe, welche die Scheibe auf dem Durchschnitte in sechs Felder zerlegten; die zwei äussersten Felder waren die längsten, die mittleren vier aber wichen in ihren Dimensionen nicht wesentlich von einander ab.

Auch an diesem Bilde liess sich nicht mit Bestimmtheit aussagen, ob nicht unter diesen Feldern noch andere, aber weniger scharf abgegrenzte Bestandtheile des Keims vorhanden waren.

Das nächste Stadium war einem Eie entnommen, dessen Schale schon spröde, aber relativ noch sehr dünn war. Hier war der Keim von dem Dotter schon scharf abgegrenzt, zwischen beiden schon eine deutlich wahrnehmbare Höhle vorhanden. Auf einem mittleren Durchschnitte war der Keim aus polygonalen Feldern zusammengesetzt, deren sich von der Oberfläche bis an die Höhle sechs zählen liessen.

Der ganze Keim, und jetzt liess sich wegen der scharfen Abgrenzung

[illegible] mit Bestimmtheit machen, hatte immer noch [illegible] [illegible] convexen Linse, deren obere Fläche sich [illegible] [illegible] deren untere Fläche aber uneben die zwischen K[illegible] [illegible] Höhle nach oben abschloss. Die Felder [illegible] [illegible] grösser und mit grösseren Körnern erfüllt, als die in [illegible] [illegible] Feldern war ein Kern deutlich erkennbar.

[illegible] gleichfalls einem Eileiterei entnommenem St[illegible] [illegible] weiter vorgeschritten. Nur an den R[illegible] [illegible] Felder vorhanden. In den centrale[illegible] [illegible] an einander gefügte, in den höheren La[illegible] [illegible] granulirte Formelemente. In den p[illegible] [illegible] Keimscheibe auf dem Dotter auf, in den centralen P[illegible] [illegible] einander durch eine flache Höhle getrennt. A[illegible] [illegible] einzelne solcher Formelemente, die dem Au[illegible] [illegible] der untersten Lage der Keimscheibe glichen.

[illegible] Stadium eines Eileitereies bot weiter nicht viel Bemer[illegible] [illegible] Zerklüftung war selbst an den Randparthien noch weiter [illegible] [illegible] Formelemente im Allgemeinen kleiner. die ganze Schei[illegible] [illegible] die Höhle etwas tiefer. auf ihrem Boden einzelne grössere ku[illegible] [illegible] granulirte Formelemente. Endlich wurde in einem Eileiter[illegible] [illegible] weitere Entwickelungsstufe gefunden. Die Furchungselemente. [illegible] [illegible] können wir auch sagen, waren stellenweise in zwei Schich[illegible] [illegible] von welchen die obere (S Fig. 403) dichter gefügt, aus kleineren [illegible] zusammengesetzt war. während die untere D etwas grössere und gr[illegible] [illegible] enthielt. welche so unregelmässig gelagert waren, da[illegible] [illegible] eine Reihe, stellenweise wieder auf den Querschnitt[illegible] [illegible] drei Zellen in der Tiefe, und in Folge dessen Vor[illegible] [illegible]

[illegible] Eiern ist der Keim zuweilen nicht weiter entwick[illegible] [illegible] wurde. während zuweilen die untere, aus grösseren Zel[illegible] [illegible] von der oberen in der ganzen Ausdehnung schärfer ge[illegible] [illegible]

[illegible] können wir sagen. dass an frisch gelegten Eiern di[illegible] [illegible] zwei Schichten bald mehr, bald weniger scharf aus[illegible] [illegible] Furchung noch nicht ganz abgelaufen ist. Die Form[illegible] [illegible] sind noch ziemlich gross, ja es kommen da[illegible] [illegible] grosse Furchungskugeln vor (M Fig. 403), die nach ab[illegible] [illegible] prominiren, zuweilen selbst den Boden d[illegible] [illegible] Keimhaut auf Querschnitten wie von Pfeilern ge[illegible] [illegible] solche grosse Elemente auf dem Boden der [illegible] haut zu berühren. Es muss in solchen Fällen [illegible] schon während des Lebens oder aber durch [illegible] worden sind. Es ist indessen das Vor-

kommen solcher grösserer und kleinerer auf dem Boden der Höhle liegender Elemente so constant, dass man sich der Vermuthung, sie wären schon wäh-

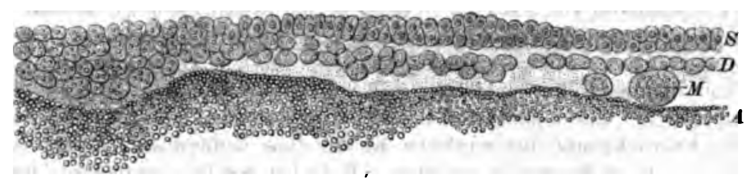


Fig. 403. Durchschnitt durch den Keim eines im Monate Juni frisch gelegten Eies.

rend des Lebens herabgefallen oder bei der Abhebung der Keimhaut vom Boden der Höhle daselbst liegen geblieben, nicht verschliessen kann.

Nahe dem freien Rande ist die Keimhaut namentlich durch die an ihrer unteren Fläche liegenden grossen Furchungskugeln verdickt, und geht die Verdickung von da in einen zugeschärften Rand über. Mit der letztgenannten Verdickung ruht sie auf dem Dotter auf und liegt also wie eine Decke über einer seichten Vertiefung des letzteren. Die Höhle, welche dadurch entsteht, wurde von Remak als Keimhöhle bezeichnet. Den die Höhle umgrenzenden Wall nannte His »Keimwall«. Dieser Wall ist aber kein Bestandtheil des Keims. Er gehört dem Dotter an und seine Bezeichnung als Keimwall trägt daher nicht den Thatsachen Rechnung.

Da die Darstellungen der Embryolagen an das zuletzt erörterte Stadium anknüpfen, so ist es hier am Platze, eine Skizze der einschlägigen Literatur zu geben.

Die herrschende Lehre über die Entwickelung der Wirbelthiere aus den sogenannten Keimblättern verdanken wir Caspar Friedrich Wolff [1]. Durch ihn erfuhren wir, dass das ganze zusammengesetzte Darmsystem sich aus einer einfachen blätterigen Anlage entwickelt.

Seine Lehre wurde von Pander [2] vervollständigt. Die Keimhaut besteht nach ihm aus einer Schichte von Körnern, die dem künftigen unteren Keimblatte zur Anlage dient. Ueber dieser Schichte sollte sich schon in den ersten Stunden der Bebrütung eine zweite Schichte von ähnlichen Körnern entwickeln, nämlich das künftige obere Blatt, so dass die Keimhaut um die zwölfte Stunde der Bebrütung aus zwei Blättern besteht, von denen er das obere das seröse, das untere das Schleimblatt nannte. Obschon er auch das mittlere Blatt als Gefässblatt beschreibt, so fehlte es doch dieser Beschreibung an Klarheit; dieses Blatt wird nämlich von ihm zuweilen als ein vollständiges Gebilde, in welcher sich die Gefässe entwickeln, zuweilen aber als Folge der Gefässentwickelung dargestellt. Dass sich aber nach 24stündiger Bebrütung immer in der Keimhaut drei leicht von einander trennbare Keimblätter vorfinden, wurde von ihm sicher erkannt. Pander war auch der erste, der einen Gesammtentwickelungsplan des Organismus zu entwerfen versuchte, indem er aus dem oberen Keimblatte alle die Gebilde ableitete, die seit Bichat und Reil als animale genannt wurden; hieher gehören: das Nervensystem mit den

1) De formatione intestinorum 1768—69. Deutsch von Meckel 1812.
2) l. c.

[illegible] des Muskel- und Knochensystems. [illegible]

[illegible] Remak [illegible]

[illegible]

[illegible]

der anatomischen Selbständigkeit der Keimblätter suchte Remak auch ihr Verhältniss zu den verschiedenen Organen während der weiteren Entwickelung des Organismus festzustellen. Die Namen, die er den Blättern gegeben hat, erklären schon von selbst dieses Verhältniss. Das obere Blatt nennt er, wie schon dargethan wurde, Hornblatt oder Sinnesblatt, das mittlere motorisch-germinatives; das untere Blatt endlich Darmdrüsenblatt, indem sich aus ihm das Epithel des Darmsystems mit den dazu gehörigen drüsigen Organen entwickelt.

His [1]) beschrieb wieder im unbebrüteten befruchteten Eie nur eine Schichte von Körpern, welche die Anlage für das obere Keimblatt abgeben (Archiblast oder Neuroblast). Das untere Blatt entwickelt sich nach ihm in den ersten Stunden der Bebrütung des Eies durch Verlängerung und gegenseitige Verbindung der (subgerminalen) Fortsätze, die nach unten von der unteren Fläche der oberen Schichte ausgehen und aus einer oder mehreren Reihen von Zellen bestehen. Es ist somit das untere Blatt von Anbeginn an eine Production des oberen. Aus diesen zwei Blättern formirt sich nach ihm der gesammte Embryo mit Ausnahme des Blutgefässsystems und der Gruppe der Bindesubstanz, welche aus dem sogenannten weissen Dotter sich ausbilden. Es soll ferner im mittleren Bereich des Fruchthofes eine Schichte vom oberen, ferner eine vom unteren Keimblatt sich ablösen und endlich ein axialer Verbindungsstrang zwischen oberem und unterem Keimblatt entstehen.

Nach Hensen [2]) soll gleichfalls die Theilung der Keimhaut in Keimblätter später vor sich gehen, als es von Remak angenommen wurde. Hensen beschreibt ausserdem in der Periode der Entwickelung des Embryo, wo in der Mitte des Fruchthofes sich die Chorda dorsalis etc. entwickelt hat, eine »besondere feste kernlose Membran«, die er »Membrana prima« genannt hat. Sie befindet sich, dem oberen enger als dem unteren anliegend, zwischen dem oberen und mittleren Blatte. Sie soll eine wichtige Bedeutung bei der Entwickelung des Embryo haben.

Nach Dursy [3]) soll die Mitte der Keimhaut, das Embryonalschild, um die fünfzehnte Stunde der Bebrütung aus zwei Schichten bestehen; die untere glaubt er als Anlage für das mittlere Keimblatt halten zu dürfen. Die Behauptung Remak's, dass das mittlere Blatt sich durch Spaltung der unteren Schichte der Keimhaut entwickele, hält er für unerwiesen. Das untere Blatt entwickelt sich vielleicht später von Seite des Dotters.

Waldeyer [4]) schloss sich wieder Remak insoferne an, als er das mittlere Keimblatt und das Darmdrüsenblatt aus dem ursprünglich unteren Blatte ableitet. Doch erkannte Waldeyer unabhängig von Peremeschko, dass ein grosser Theil der später in der Embryonalanlage vorhandenen Zellen zwischen die Keimblätter hineinwandert. Nur hat er, insofern es sich dabei um die Zellen am Boden der Keimhöhle handelt, nicht entscheiden können, ob sie Abkömmlinge des weissen Dotters oder Furchungskugeln waren.

Das, was His subgerminale Fortsätze nannte, sieht er nicht als Production des oberen Keimblattes, sondern als primäre Abkömmlinge der Eizelle an.

Die Angaben von Peremeschko [5]) und Oellacher [6]) übergehe ich, da dieselben ohnehin die Basis meiner Darstellung ausmachen.

Eine Vergleichung meiner Darstellung mit der historischen Uebersicht ergiebt, dass ich die Keimscheibe des frisch gelegten Eies im Sinne Remak's

1) l. c.
2) Virchow, Archiv. Bd. XXX. Max Schultze's Archiv. Bd. III.
3) Der Primitivstreif des Hühnchens.
4) Zeitschr. f. rat. Med. 1869.
5) Wiener Sitzungsberichte 1868. 6) l. c.

ansehe, nämlich als aus zwei Blättern zusammengesetzt. Nur füge ich hinzu, ist die Scheidung in der ganzen Ausdehnung nicht immer gleichmässig ausgeführt, die Blätter hängen zuweilen stellenweise noch innig zusammen, und es bedarf der Einwirkung der Brutwärme, um die Scheidung vollkommen zu machen.

Die Zellen des unteren Blattes ändern im Laufe der ersten Brütstunden Form und Anordnung. Sie werden platt und erscheinen nunmehr auf dem Durchschnitte spindelförmig (*D* Fig. 404). Nach einigen Brütstunden lässt sich daher auf dünnen Durchschnitten gut conservirter Präparate mit unverwüstlicher Klarheit erkennen, dass zwei und nur zwei Schichten da sind: die obere Schichte ist dicker, compacter und ist zwei bis drei, oft auch mehr Zellen hoch; die untere Schichte aber besteht aus einer Zahl abgeplatteter auf dem Durchschnitte spindelig erscheinender Zellen.

Das untere Blatt war schon ursprünglich, nachdem es aus dem gefurchten Keime abgespalten war, stellenweise einzellig, stellenweise aber liessen sich auf dem Durchschnitte vorspringende Häufchen von Zellen erkennen. Ich kann nicht angeben, was aus diesen Zellenhaufen inzwischen geworden ist.

Peremeschko theilte aber mit, dass sich die grossen granulirten Zellen auf dem Boden der Keimhöhle im Laufe der ersten Brütstunden beträchtlich vermehren. Da mit dieser Vermehrung der Zahl nicht gleichzeitig eine Verkleinerung einhergeht, liegt die Vermuthung sehr nahe, dass die vom unteren Keimblatte gegen die Höhle vorspringenden Zellen auf den Boden der Höhle fallen. Diese Vermuthung liegt um so näher, als es aus den früher geschilderten Bildern geradezu ersichtlich ist, dass ein Theil der in dem unteren Abschnitte des Keims liegenden Furchungselemente auf dem Boden der Höhle liegen bleiben, wenn der Keim sich abhebt, um eben diese Höhle zu bilden.

Das untere der beiden ursprünglichen Blätter ist meiner Darstellung zufolge nicht identisch mit dem, was Remak unter gleicher Bezeichnung beschrieben hat. Nach Remak sollten sich aus diesem unteren Blatte das mittlere und das spätere untere Blatt abspalten. So verhält es sich aber in der That nicht. Das ursprüngliche untere Blatt besteht, bevor noch das mittlere vorhanden ist, über der Keimhöhle wenigstens eben nur aus einer Lage platter Zellen, und es behält diese Structur noch lange, nachdem das mittlere Blatt angelegt ist, bei. Aus dieser Lage platter Zellen kann das viel dickere, mittlere Blatt nicht durch Abspaltung entstehen.

Peremeschko hat die ersten Spuren des mittleren Blattes um die siebzehnte Stunde der Bebrütung angetroffen. Die Zahlenangabe hat übrigens nur einen näherungsweisen Werth, da ja hierbei die Brüttemperatur[1] und der

[1] Ich bediene mich zum Brüten eines Wasserbades, das durch eine sich selbst regulirende Gasflamme auf circa 39° Cels. erhalten wird.

Zustand des Eies im Beginne der Bebrütung in Betracht kommen. Unter diesem Vorbehalte lasse ich hier die Angaben Peremeschko's folgen.

Ungefähr um die siebenzehnte Stunde der Bebrütung fanden sich zwischen dem oberen und unteren Blatte hie und da grobkörnige Elemente, deren Aussehen nach Grösse und Inhalt von den Zellen des oberen wie des unteren Blattes wesentlich differirten, wohl aber mit denjenigen übereinstimmten, welche am Boden der Höhle liegen; bald darauf erfolgte die centrale Anlage des mittleren Blattes. An einigen Präparaten konnte man bemerken, dass diese Anlage zum Theil schon aus charakteristischen Zellen des späteren mittleren Blattes, zum Theil noch aus den charakteristischen grobkörnigen grossen Elementen (*M* Fig. 404) bestand; das obere Blatt erschien



Fig. 404. Durchschnitt durch den Hühnerkeim des ersten Bruttages.

ziemlich scharf von der erwähnten Schichte abgegrenzt. Der centrale Theil des mittleren Blattes entwickelte sich also früher als die übrigen Theile desselben. Präparate, an welchen der centrale Theil schon entwickelt war, zeigten beiderseits von demselben im Raume zwischen dem oberen und unteren Blatte bis an die Peripherie und etwas über dieselbe hinaus neugebildete charakteristische Zellen des mittleren Blattes in Form von dünnen Schichten oder kleinen Haufen, und zuweilen zwischen ihnen wieder die grösseren, grobkörnigen Elemente, wobei sich die Uebergangsformen von den letzteren zu Haufen von Zellen unterscheiden liessen. Es ist also dieser Beobachtung zufolge anzunehmen, dass sich das mittlere Blatt aus den grossen grobkörnigen Elementen entwickelt.

Wir sehen dabei, dass Formelemente an einem Orte (Boden der Keimhöhle), wo sie stark angehäuft waren, allmählig sich vermindern, während ganz ähnlich aussehende Elemente in einem benachbarten Raume (zwischen dem oberen und unteren Blatte) auftreten, zahlreicher werden und sich zu Haufen kleinerer Zellen umgestalten.

Es muss also die Vermuthung rege werden, dass wir es mit einer Translocation zu thun haben, dass die granulirten Gebilde, welche früher auf dem Grunde der Höhle lagen, zwischen die beiden ersten Keimblätter hineingelangt sind.

Um die dreiundzwanzigste Stunde der Bebrütung waren alle drei Keimblätter vollständig ausgebildet. Die Zellen jedes Blattes trugen so charakteristische Merkmale, dass man sie leicht von einander unterscheiden konnte. Von den Zellen des oberen und unteren Keimblattes wurde schon oben ge-

sprochen. Die des mittleren waren kleine runde Zellen mit ungemein zarten Contouren und länglichen, scharf hervortretenden Kernen.

Was das Verhalten der Blätter unter einander anbelangt, so können sie getrennt von einander dargestellt werden, mit Ausnahme des mittleren Theiles der Keimhaut, wo es nicht gelingt, das mittlere Blatt vom oberen zu trennen.

PEREMESCHKO hat die mehrfach genannten grossen Elemente auf dem Grunde der Höhle auf dem Wärmetische geprüft. Sie verändern ihre Form bei einer Temperatur von 32—34 C. Diese Formveränderung besteht gewöhnlich darin, dass sie anfangs sich zusammenziehen, was man daraus schliessen kann, dass sie an Umfang abnehmen und undurchsichtig werden, wobei ihre Gestalt oval oder unregelmässig rund wird; darauf nehmen sie an Umfang zu und werden von Neuem durchsichtiger. Die Erscheinung der Ausdehnung und Zusammenziehung wiederholte sich an einem Exemplare einige Male. Die Formveränderungen konnte er sowohl an bebrüteten, wie an unbebrüteten Eiern beobachten, sie gingen aber ungemein langsam vor sich.

Die Beobachtungen PEREMESCHKO's sind nachträglich von OELLACHER bestätigt worden. Die eindeutigen Bilder sind mir übrigens ausserdem so oft zur Anschauung gekommen, dass ich die gemachten Angaben in ihren Hauptzügen als den Thatsachen entsprechend hinstellen muss.

Vergleichen wir jetzt die Anordnung der Furchungselemente bei Batrachier- und Hühnerkeimen, so ergiebt sich folgendes: Das äussere Keimblatt oder das sensorielle Blatt REMAK's ist bei Batrachiern in zwei Schichten getheilt, im Hühnerkeime aber ungetheilt. In beiden Fällen entsteht es aber aus einer oberflächlichen Zellenlage, welche sich früher abgefurcht hatte, als die tiefere Lage; aus dieser letzteren entstehen bei beiden anderen Blätter, nämlich das untere und mittlere Blatt. Es existirt also in einem gewissen Stadium ein gemeinschaftlicher Gegensatz zwischen einer oberen Lage kleinerer und einer unteren Lage grösserer Zellen.

Bei Batrachiern wie bei Hühnern erfahren die grösseren und langsamer furchenden Zellen eine partielle Dislocation, zunächst innerhalb einer mit der Furchung sich entwickelnden Höhle. Bei den Batrachiern sind es die grossen Keimzellen, welche an die Decke der Furchungshöhle herantreten. Bei Hühnern sind es die grossen grobkörnigen Elemente, welche an den Boden herabfallen und dann, um zwischen das obere und untere Blatt zu gelangen, eine active oder passive Wanderung antreten müssen.

In beiden Fällen bilden die sich langsamer furchenden grossen Elemente die Anlage für das mittlere und Drüsen-Blatt, und es herrschen nur Verschiedenheiten in der Art, wie sie zum Ziele gelangen. Für das Hühnchen wissen wir, dass das mittlere Blatt mit der ersten Anlage noch nicht vollendet ist. Ich werde später darthun, dass im Laufe des zweiten Entwickelungstages

behufs Anlage der Gefässe eine zweite Einwanderung von grossen grobkörnigen Elementen erfolgt, deren Vorrath auf dem Boden der Keimhöhle, wie ich nur beiläufig bemerken will, durch den ersten Schub noch nicht erschöpft war.

Für eine nachträgliche Ergänzung des mittleren Keimblattes durch eine besondere Blutgefässanlage finden wir in den Batrachiereiern kein Analogon. Die Ursache hierfür ist aber zunächst darin zu suchen, das über die ersten Blutgefässanlagen dieser Eier noch nichts bekannt geworden ist. Jedenfalls bleibt auch in Batrachiereiern nach der Anlage des mittleren Blattes ein Vorrath von grossen Furchungselementen zurück (Fig. 402), über deren Verwerthung wir bis jetzt nichts wissen.

C. Forellenkeim. Ich will im Interesse der vergleichenden Darstellung in Kürze noch jene Daten mittheilen, welche über die embryonalen Blätter bei Knochenfischen bekannt geworden sind. Rynek [1]) hat diese Frage unter meinen Augen an Forelleneiern studirt, und seine Mittheilungen sind die einzigen, welche sich auf Querschnitte beziehen. Diese haben ergeben, dass der gefurchte Keim [2]) ursprünglich in seiner ganzen Ausdehnung auf dem Dotter liegt, dass sich aber dann während der Ausbreitung des Keims die schon durch Lereboullet [3]) bekannt gewordene Höhle ausbildet. Diese Höhle ist der Keimhöhle des Hühnereies durchaus analog. Der Keim ist über die Höhle hingespannt und liegt mit verdicktem Rande an der Peripherie der Höhle auf dem Dotter auf. Der über die Höhle gespannte Theil zeigt wieder in seiner unteren Lage grössere Zellen, die genau so wie beim Hühnchen stellenweise zu hervorragenden Häufchen angeordnet sind. Allmählig wird aber die untere Fläche eben, und der über der Höhle liegende Theil erweist sich dann als aus zwei Schichten gleichmässig kleiner Zellen bestehend. Die obere Schichte besteht aus einer einzigen Zellenreihe, die untere aber ist zwei bis drei Zellen tief. Die weitere Untersuchung ergab, dass aus diesen zwei Schichten nur das Analogon des Remak'schen sensoriellen Blattes entsteht. Somit ist dieses gleich wie bei den Batrachiern aus zwei gesonderten Anlagen zusammengesetzt.

Auf dem Boden der Keimhöhle liegen grössere grobkörnige Elemente. Ueber die Herkunft dieser Elemente kann kaum gestritten werden. Der Dotter des Forelleneies enthält keine Formelemente, aus welchen sie abgeleitet werden könnten. Es bleibt daher keine andere Annahme übrig, als dass sie Reste des gefurchten Keims sind, die bei der Abhebung desselben vom Dotter auf diesem theils liegen geblieben, theils nachträglich herabgefallen sind. Wir sehen also hier in der Gegend der Keimhöhle die analogen Verhältnisse, wie wir sie am Hühnerkeime angetroffen haben.

---

1) Max Schultze's Archiv. Bd. V.

2) Die Furchung ist zuerst von Rusconi im Jahre 1836 (Müller's Archiv) beschrieben worden.

3) Nouvelles recherches et Annales d. sc. nat. Zoolog II. 1864.

Es machen sich indessen durchgreifendere Unterschiede geltend, und um diese zu erledigen, muss ich auf einige vergleichend embryologische Verhältnisse eingehen. COSTE [1]) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass sich der Fischembryo nicht in der Axe des Keims anlege, wie dies beim Hühnchen der Fall ist, sondern an einer Stelle des verdickten Randes. Der Leser wird sich das Verhältniss durch folgendes Bild leicht versinnlichen können. Man denke sich ein kleines Wachskügelchen auf eine grössere hölzerne Kugel gelegt, und lasse nunmehr das erstere sich erst zu einem Scheibchen mit verdickten Rändern ausdehnen; dann soll die Ausdehnung immer weiter schreiten, der verdickte Rand immer grösser werden, bis dieser den Aequator der hölzernen Kugel umgreift. Nun lasse man die Wachskappe noch weiter dehnen, den verdickten Rand nunmehr kleiner werden, bis er an dem, dem Ausgangspunkte entgegengesetzten Pole angelangt auf ein sehr enges, kaum sichtbares Ringelchen reducirt ist. Nunmehr ist die Kugel nahezu vollständig von der Wachskappe überzogen. Genau so ist das Verhältniss zwischen Keim und Dotter am Forellenei. Erhärtet man die Eier verschiedener Stadien in Chromsäure und schält die dicke Dotterhaut vorsichtig ab, so kann man die verschiedenen Stadien der Umwachsung dem unbewaffneten Auge demonstriren. Bevor die Kappe noch das erste Drittel der Dotterkugel bedeckt, erkennt man schon, dass der verdickte Rand an einer Stelle besonders mächtig ist. Bei Lupenvergrösserung kann man hier die Rückenfurche wahrnehmen, welche gegen den oberen Pol (ursprüngliche Lage des Keims) gerichtet ist.

Indem sich die Kappe ausdehnt, wächst diese Anlage als ein verdickter Strang der Kappe, vom verdickten Rande ausgehend gegen den oberen Pol hin. Wenn der Rand endlich auf einen schmalen, mit freiem Auge kaum sichtbaren Ring reducirt ist, steht dieser zum Embryo (verdickter Strang) in einer Beziehung, die lebhaft an die Beziehungen erinnert, in welcher die RUSCONI'sche Afteröffnung des Batrachiereies zur Axe der Rückenhälfte steht. RUSCONI hat auch schon auf diese Aehnlichkeit aufmerksam gemacht.

Die Rückenfurche erstreckt sich beim Batrachierei von der Afteröffnung gegen den oberen Pol, ohne ihn indessen zu erreichen. Genau so liegt der den Rücken des Forellenembryos repräsentirende verdickte Strang zu dem ringförmigen Reste des verdickten Randes, der, wie sich das von selbst ergiebt, einen Canal begrenzt. Durch diesen Canal liegt aber im Forellenei der Dotter zu Tage, während im Batrachiereie, wo ein Dotter nicht existirt, grosse Furchungszellen zu Tage liegen.

Die ganze übrige Kappe wird zum kleineren Theile Leibeswand, zum grösseren Theile Dottersack [2]. Das Centrum der Keimscheibe, welches also ursprünglich über der Keimhöhle liegt, ist beim Hühnchen der allerwichtigste Theil, es ist der eigentliche Embryo, im Fischeie ist es hingegen Dottersackanlage. In beiden Keimen fallen die tiefer liegenden grossen Zellen auf den

1) l. c.
2) Vergl. meine Abbildungen: Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. LI.

Boden der Keimhöhle herab. Beim Hühnchen bleibt aber eine Schichte zurück, um das Darmdrüsenblatt zu bilden. Bei der Forelle fallen alle herunter, es wird im Centrum gar kein Drüsenblatt angelegt.

Folgt man hingegen um die Zeit, als das verdünnte Centrum (S) des noch wenig ausgebreiteten Keims über der Höhle liegt, den auf dem Boden der Höhle liegenden grossen Zellen (M) gegen die Peripherie, so gewahrt man, dass sie direct übergehen in eine tiefere Lage grosser Zellen, welche an dem verdickten Rande die untere Schichte und, wie sich weiter ergiebt, die Anlage für das motorische Blatt sowohl, wie für das Darmdrüsenblatt bilden.

Dieses Verhältniss legt die Vermuthung nahe, dass die grossen Zellen am Boden der Keimhöhle gegen die Peripherie hin wandern, um die daselbst befindlichen grosszelligen Anlagen entweder zu bilden oder zu verstärken. Es ist übrigens weiter zu bedenken, dass sich unter den Wänden des Dottersacks ein reiches Blutgefässnetz ausbildet, und dass die grossen Zellen auf dem Boden der Höhle auch nach dieser Richtung hin Verwerthung finden könnten.



Fig. 405. Durchschnitt durch den Keim von Salmo fario.

D. Säugethiere. Ueber die ersten Veränderungen des Säugethierkeims habe ich selbst kaum nennenswerthe Beobachtungen gemacht. Ich bin also auf diesem Gebiete nur Compilator. So werthvoll indessen das literarische Material ist, welches mir vorliegt, so kann ich doch auch davon nur beschränkten Gebrauch machen. Erstens weil ich an diesem Orte nicht eine Geschichte der Kämpfe geben kann, durch welche die ersten sicheren Sätze erobert worden sind. Zweitens, weil das Säugethierei während der neuesten Epoche der Embryologie gar nicht bearbeitet worden ist.

Die älteren Mittheilungen passen nicht gut in die neugestalteten Anschauungen, und ich habe keine Neigung, die Incongruenzen am Schreibtische auszuglätten. Ich ziehe es vor, die Darstellung dürftig auszustatten, dabei aber darauf aufmerksam zu machen, dass in der Entwickelungsgeschichte des Säugethiereies die noch ungehobenen Schätze reichlich vorhanden sind.

Ein bestimmtes Bild von der Furchung des Säugethiereies hat zuerst Bischoff entworfen. Wenn auch dieser Forscher selbst[1]) das Verdienst der ersten Erkenntniss des Vorganges Karl Ernst v. Baer zuschreibt, so kann ich mich als Historiker doch nicht daran halten. Die Beschreibung Bischoff's ist eben die erste, welche auf der Höhe auch unserer heutigen Anschauung steht. Hier finden wir klar ausgesprochen, dass sich der Keim (Dotter) innerhalb der Hülle und unabhängig von ihr in kleinere Formelemente abspaltet. So gelangt

1) Entwickelungsgeschichte des Kanincheneies. 1842. p. 66.

nun das Ei des Kaninchens, heisst es in der betreffenden Abhandlung, [illegible] in dem Zerlegungsprocesse seines Keims (Dotters) in immer kleiner werdende Kugeln begriffen, von einer starken Eiweissschichte umgeben, aus dem Eileiter in den Uterus. In seinem Durchgange durch den Eileiter scheint dasselbe nach den übereinstimmenden Beobachtungen von DE GRAAF, CRUIKSHANK, COSTE, WHARTON JONES, BARRY und BISCHOFF ziemlich constant $2^1/_2$ Tage zu brauchen.

Bei dem Vertrauen, welches die Abbildungen BISCHOFF's einflössen, [illegible] uns jetzt die Vermuthung nahe gelegt, dass auch das Säugethierei nicht in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig abfurcht. Innerhalb des Uterus entwickelt sich auch im Säugethiereie eine Höhle, die sich allmählig so vergrössert, dass die Furchungselemente, an die Peripherie gedrängt, als sehr dünne Lage die Höhle umschliessen oder, wie es auch ausgedrückt wird, die Wand einer Blase bilden. In diesem Zustande ist das Eichen schon von DE GRAAF erkannt worden. Er beschrieb es als ein aus zwei Hüllen bestehendes Bläschen. Die äussere Hülle ist, wie das BISCHOFF ganz klar darthat, die Keimhülle, die innere aber die eigentliche Keimhaut. BISCHOFF beschrieb aber ferner eine dunkle, aus Kugeln bestehende Masse, welche der Keimblase nach innen an irgend einer Stelle anliegt. Es sind dies Kugeln, sagte er, welche den aus der früheren Theilung des Keims hervorgegangenen Kugeln ganz gleich und offenbar dieselben sind. Diese Kugeln müssen also in der Furchung gegen diejenigen Zellen zurückgeblieben sein, welche die äusserst dünne und jetzt schon sehr helle, durchsichtige Blasenwand bilden. Ob der Ort, an welchem sich diese Keimzellen anhäufen, identisch ist mit demjenigen, an welchem sich später die Keimblase verdickt erweist, müssen wir vorläufig dahingestellt sein lassen.

An dieser verdickten Stelle (Keimhügel v. BAER's, Embryonalfleck COSTE's) hat wieder zuerst BISCHOFF eine Spaltung in zwei Blätter erkannt und seine Schilderung der betreffenden Stelle entspricht genau den Verhältnissen, die wir jetzt mit besseren Hilfsmitteln bei Vögeln, Batrachiern und Fischen kennen gelernt haben. Die Zellen des animalen Blattes bilden, jener Beschreibung zufolge, eine dichtere Membran, während die Zellen des vegetativen Blattes noch deutlich getrennt und sehr zart und blass erscheinen. In welchem Sinne heute diese zwei Blätter zu deuten sind, vermag ich nicht zu bestimmen. Ein einziger, einigermassen klarer Durchschnitt aus einem Hundeei des entsprechenden Alters legte es mir nahe, die beiden Blätter, aus welchen die Keimblase ausserhalb der Rückenanlage (Keimhügel) zusammengesetzt ist, als die Analoga des REMAK'schen sensoriellen und Drüsenblattes anzusehen. Eine weitere definitive Aufklärung, namentlich über die Verhältnisse am Keimhügel, bleibt der Zukunft anheimgestellt.

Ueber ein drittes, zwischen diesen beiden Blättern auftretendes Gefässblatt, von welchem in der Literatur vielfach die Rede ist und auch von BISCHOFF angenommen wurde, kann ich hier nicht weiter berichten. Es ist erstens zweifelhaft, ob dieses mittlere Blatt wirklich Gefässblatt ist oder dem

mittleren Keimblatte Remak's entspricht. Es bedarf ferner die Frage nach der Entwickelung des mittleren Keimblattes bei Säugethieren einer ganz erneuten Untersuchung. Nach dem, was die vergleichende Untersuchung bei den anderen Ordnungen gelehrt hat, wage ich es nicht, irgend eine der bekannt gewordenen Meinungen zu reproduciren. Insofern dieses Blatt endlich in der That auch die Gefässanlagen enthält, werde ich noch später darauf zurückkommen.

E. Morphologischer Werth der Keimblätter. Vom äusseren Keimblatt ist schon ausgesagt worden, dass es die Anlage des Centralnervensystems, des nervösen Bestandtheils der Sinnesorgane und der oberflächlichen zelligen Bedeckung des Thieres enthält. Es ist auch auseinandergesetzt worden, warum ich es als vereinigtes Horn- und Nervenblatt bezeichne. Bei Batrachiern, bei welchen das Hornblatt vom Nervenblatte gesondert ist, sind die Verhältnisse ausserordentlich klar. Das Hornblatt ist in der ganzen Ausdehnung gleichmässig dünn und verdickt sich zunächst da, wo die bekannten Haftnäpfe der Larve entstehen. Es entstehen aus ihm die innere zellige Auskleidung des Centralcanals, die äussere zellige Bedeckung des Thieres und die zellige Auskleidung aller von da ausgehenden Drüsen. Das Nervenblatt aber habe ich schon in den frühesten Stadien in der Gegend, wo später das Gehirn erscheint, verdickt gefunden. Von da aus verschmächtigt es sich langsam gegen das Schwanzende (Dotterpfropf) und ziemlich rasch nach allen anderen Richtungen hin.

Für die Anlage der Netzhaut des Auges ist keine besondere Verdickung da, da sich diese bekanntlich aus dem Gehirn (durch Ausstülpung) entwickelt. Für das Geruchsorgan, Gehörorgan und Geschmacksorgan sind aber besondere Verdickungen [1]) da. Ueber die Anlage des Tastorgans weiss ich nichts auszusagen; ich muss aber darauf hinweisen, dass das Nervenblatt gleich dem Hornblatte die ganze Peripherie umgiebt, und es wird daher zu untersuchen sein, in welcher Beziehung diese periphere Ausbreitung zu dem Tastorgan steht.

Ob sich nervöse Gebilde auch aus dem mittleren Keimblatte entwickeln können, kann ich trotz der bestimmten Behauptung Remak's noch nicht als ausgemacht hinstellen. Hier müssen weitere gründliche Untersuchungen eingeleitet werden. Beobachtungen an dem Schwanze der Froschlarven machen es wahrscheinlich, dass die peripheren Nerven von der Axe zur Peripherie ursprünglich als Protoplasmafortsätze hervorwachsen. Wo aber einmal solche Fortsätze hineinwachsen, da können sich auch aus ihnen und in ihrem Verlaufe zellige Elemente ausbilden. So lange als diese theoretische Betrachtung nicht durch bestimmte Beobachtungen widerlegt ist, können wir diese wichtige Frage nicht als im Sinne Remak's erledigt ansehen.

1) Vergl. die Abhandlungen von Schenk und Török in den Wiener Sitzungsberichten Bd. L und Bd. LIV.

Aus dem mittleren Keimblatte entstehen die Muskel- und Bindesubstanzen. Dieser Ausspruch ist durch die Beobachtung so leicht zu erhärten, dass ich, so gewichtige Stimmen dagegen auch laut geworden sind, den Gegenstand einer weitläufigen Discussion nicht zu unterziehen brauche.

Zunächst gehört die Chorda zu den Bindesubstanzen. Der primitivste Durchschnitt lehrt aber schon, dass die Chorda die ganze Dicke des mittleren Keimblattes in Anspruch nimmt, dass sie nach oben an das centrale Nervensystem und nach unten an das Drüsenblatt stösst. Aus den die Chorda seitlich begrenzenden Theilen des mittleren Keimblattes theilen sich paarig die Wirbel ab. Wieder lehren die primitivsten Schnitte, dass diese Wirbel, wie es schon Remak dargethan hat, sich in Abtheilungen zerlegen. Nur ein Theil eines jeden Urwirbels wird Knochen; ein Theil wird sicher Muskel, und es lässt sich vermuthen, dass ein dritter Theil zur Hautanlage wird.

Ich habe ferner dargethan [1], dass an der Stelle, wo später der vordere Abschnitt des Schädels entsteht, Knochen und Muskel durch die Ausbildung von Grenzlinien in einer ursprünglich einheitlichen Anlage gebildet werden, und es kann also auch hier über die Genese der Bindesubstanzen kein Zweifel obwalten.

Reichert hat, wie schon erwähnt wurde, die Spaltung des mittleren Keimblattes behufs Bildung der Pleura- und Peritonealhöhle zuerst erkannt. Bei der jetzt geübten Methode, die Entwickelungsgeschichte auf Durchschnitten zu studiren, ist die Erkenntniss dieses Verhältnisses wieder ziemlich leicht. Man sieht, dass die an die Wirbel grenzenden Seitentheile (Seitenplatten, Remak) ganz im Sinne Remak's sich abspalten, zweiblätterig werden, und dass zwischen ihnen die serösen Höhlen entstehen. Die Auskleidung dieser Höhlen wird also unzweifelhaft aus dem mittleren Keimblatte gebildet. Ich verweise im Uebrigen auf die klare Darstellung Remak's, nach welcher das obere dieser beiden Platten an das vereinigte Nerven- und Hornblatt, das untere aber an das Drüsenblatt sich anlegen, um einerseits die Leibeswand, andererseits das Darmrohr zu bilden. In dem ersteren Falle giebt das Hornblatt die äussere zellige Bedeckung und die zellige Auskleidung der äusseren Drüsen, in dem letzteren Falle aber das Darmdrüsenblatt die zellige Auskleidung der Darmhöhle, sowie aller drüsigen Organe, welche aus dem Darm hervorwachsen.

Die Beziehungen der ersten Rudimente des Urogenitalapparats zu dem mittleren Keimblatte sind schon pag. 565 von Waldeyer besprochen worden.

Entstehung der einfachen Gewebe im Embryo.

Ueber die Entstehung der Zellen ist nach dem, was pag. 25 dieses Buches schon gesagt ist, nur wenig nachzutragen. Ich habe inzwischen der Zelltheilung grössere Aufmerksamkeit gewidmet und gefunden, dass sich der Vorgang in entzündeten Geweben ziemlich leicht beobachten lasse. Man

[1] Archiv von Reichert und Dubois. 1864.

braucht eben nur die Gewebe während der Beobachtung unter Bedingungen zu erhalten, die ihrem Weiterleben günstig[1]) sind. Es hat sich auf diesem Wege durch directe Beobachtung ergeben, was theoretisch längst entschieden zu sein schien. Nur das früher aufgestellte Schema hat sich als nicht ganz richtig erwiesen. Es braucht eine Zelle nicht erst bisquitförmig zu werden, um sich zu theilen. Sie theilt sich entweder unter steter Ausführung amöboider Bewegungen dadurch, dass der Zellleib eben durch seine Bewegungen in zwei durch einen dünnen Faden verbundene Massen übergeht und der Faden endlich entzweireisst. Oder die Zelle ballt sich zu einem Klümpchen, in welchem eine Theilungsmarke sichtbar wird, die zuweilen wieder schwindet, dann wieder erscheint und das Spiel wiederholt, bis endlich eine Marke definitiv wird. In solchen Fällen gewinnt man bei der directen Beobachtung die Ueberzeugung von der wirklich stattgehabten Theilung erst dann, wenn ein Theil oder beide Theile ihre amöboiden Bewegungen wieder aufnehmen und sich von einander entfernen. Die Zellen gehen aber nach der Theilung in der Regel nicht aus einander; sie theilen sich, und nur die Kittsubstanzen zwischen ihnen deuten die stattgehabte Theilung an.

Durch die Untersuchung der Zellvermehrung in entzündeten Geweben hat auch die Zellentheorie eine gewisse Modification erfahren. Es hat sich herausgestellt, dass Zellen, welche schon eine solche Altersstufe erreicht haben, dass amöboide Bewegungen an ihnen sich nicht mehr wahrnehmen lassen (fixe Bindegewebskörperchen) unter günstigen Einflüssen (Entzündungsreize nud deren Folgen) wieder amöboid werden können. Es hat sich weiter herausgestellt, dass dies nicht für alte Zellen überhaupt gilt. Es kommt auch vor, dass die äussere Schichte der Zelle unverändert bleibt, und dass nur ein centraler Theil sich von der Umgebung zurückzieht, dass die Zelle zu einer Blase umgestaltet wird, in welcher nunmehr eine amöboide Zelle oder mehrere solche Zellen liegen.

Es ist dadurch dargethan, dass die von Brücke gegebene Erklärung der endogenen Zellenbildung (p. 25) die wirklichen Vorgänge treffend charakterisirt hat. Durch die Beobachtung Oser's[2]), dass die endogen gebildeten Zellen durch Rissstellen der mütterlichen Hüllen auswandern, ist diese Angelegenheit endgültig erledigt worden.

Die Entwickelung der Epithelien und Endothelien bedarf nach den in diesem Capitel gegebenen Erörterungen keiner weiteren Beschreibung.

Die Entwickelung der Bindesubstanzen hat Rollett im zweiten Capitel dieses Buches auseinandergesetzt. Ich muss nur, da es eben am Platze ist, mich dahin aussprechen, dass ich die Entstehung von fibrillärem Bindegewebe aus Zellfortsätzen für erwiesen ansehe; dass ich hingegen die Zerspaltung einer homogenen Grundsubstanz in Fibrillen für nicht streng erwiesen halte.

Unsere Kenntnisse über die ersten Spuren der embryonalen Blutgefässe beziehen sich fast ausschliesslich auf den Hühnerkeim.

1) Stricker, Studien. 2) Ebenda p. 83.

C. F. Wolff wusste schon, dass das Blut in der Keimscheibe des Hühnchens inselförmig entstehe, und Pander griff noch weiter zurück, indem er die Entstehung der Wolff'schen Blutinseln aus kleineren dunkleren Inselchen ableitete, welche man sowohl im durchsichtigen Hofe als auch in der undurchsichtigen Zone wahrnehmen könne. Diese Inseln, sagte Pander, verlängern sich, werden schmaler, greifen mit ihren Enden in einander und bilden ein röthliches Netz mit durchsichtigen Zwischenräumen. Baer hat noch von den Pander'schen Inseln, aber in ziemlich unklarer Fassung gesprochen, und später fielen diese Beobachtungen Pander's der Vergessenheit anheim. Man schloss sich namentlich nach dem Bekanntwerden der Remak'schen Arbeiten allgemein diesem Forscher an, der ein secundäres Stadium für das primäre gehalten und jenes allerdings in sehr fasslicher Form gedeutet hatte. Remak hatte die fertigen Blutgefässnetze für die erste Spur des Systems gehalten. und da er sie gleich mit Blut gefüllt sah, legte er sich das Bild folgendermassen zurecht. Es treten, sagte er, Zellen zu Strängen und Netzen zusammen, so dass die peripheren Elemente eines jeden Stranges zur Gefässwand verschmelzen, die centralen aber Blutkörperchen werden. Als dann einige Jahre später durch die Silbermethode selbst in den Capillaren die Zellgrenzen kenntlich gemacht wurden, schien die von Remak ausgehende Lehre fester denn je gegründet.

Erst vor einigen Jahren hat Affanasief [1]) die insuläre Anlage der Blutgefässe wieder entdeckt. Ich muss in diesem Falle ausnahmsweise betonen. dass die Arbeit unter meiner Leitung gemacht wurde. Denn Affanasief hat seinen Fund nachträglich als unlauter erklärt, in welcher Beziehung ich nicht mit ihm halten kann. Bald darauf hat sich auch His für die inselförmige Anlage der Gefässe ausgesprochen, und in neuester Zeit hat uns endlich E. Klein [2] über diese Angelegenheit befriedigende Aufschlüsse gebracht. Es sind dadurch die Beziehungen, welche nach der Arbeit von Affanasief noch dunkel geblieben waren, vollständig aufgeklärt, und ich gehe jetzt an die Beschreibung der primären Blutgefässentwickelung mit dem Bewusstsein, eine vom morphologischen Standpunkte aus endgültig gelöste Frage zu behandeln.

Untersucht man eine frische Keimscheibe im Beginne des zweiten Brüttages ohne Deckglas unter mässig starken Vergrösserungen, so gewahrt man in der Tiefe des Gewebes isolirte zellige Elemente in den verschiedenen Entwickelungsstufen zu grossen, mit Vacuolen versehenen, oder sagen wir gleich blasigen Gebilden. Die grossen Blasen machen auf dem optischen Querschnitte den Eindruck, als wenn sie aus Spindelzellen zusammengefügt wären. Indem die Zelle zu einer Blase heranwächst, vermehren sich nämlich die Kerne in der Blasenwand, prominiren gegen den Blasenraum, und so viele Kerne man in einem optischen Querschnitte sieht, so viele Spindelzellen scheinen vorhanden

1) Wiener Sitzungsberichte 1866. Bd. LIII.
2) Wiener Sitzungsberichte 1871. Märzheft.

zu sein. Klein hat gezeigt, dass sich von der Innenwand dieser Blasen Zellen abschnüren, welche in den Blasenraum hineinfallen und zu Blutkörperchen werden.

Die isolirten zelligen Elemente sind auch auf Durchschnitten von gehärteten Präparaten zu erkennen, und es ergiebt sich da, dass man sie aus früher entwickelten Gründen gleich den Zellen des mittleren Blattes für Abkömmlinge des gefurchten Keims halten muss, die aber nun nachträglich einwandern. Es ergiebt sich ferner, dass sie auch ihrer definitiven Lage nach dem mittleren Keimblatte zugezählt werden müssen. Wir sehen demgemäss, dass aus einer Furchungskugel oder einer Embryonalzelle eine blutkörperchenhaltige Blase, oder wir können auch sagen ein nach dem Typus der Capillaren gebautes und allseitiges geschlossenes Gefäss wird. Die Wand der Blase ist Protoplasma, dessen Kerne sich vermehrt haben, und die Höhlung ist so entstanden, wie Vacuolen überhaupt entstehen.

Die Blutkörperchen sind in der Zelle endogen erzeugt worden, und zwar nach der Beschreibung Klein's, indem sich von der Innenwand der Blase Knospen erheben, welche abgeschnürt werden und in den Blasenraum hineinfallen. Es kommt aber noch eine zweite Art der endogenen Blutbildung vor, welche der uns bekannten endogenen Zellenbildung näher steht. Es wandelt sich zuweilen der centrale Theil einer grossen Zelle in Blutkörperchen um, so dass wir das Bild einer mit Blutkörpern gefüllten Cyste vor uns haben. Im Principe sind beide Formen gleich, es sind in beiden Fällen aus Einzelzellen entstandene blutkörperchenhaltige und geschlossene Gefässe.

Die Wände solcher Blasen wachsen nun zu soliden Sprossen aus, die nachträglich hohl werden. Das freie Ende einer Sprosse kann wieder zu einer Blase der einen oder anderen Form heranwachsen, so dass nunmehr zwei Cysten mit einander communiciren; oder es verbinden sich die Sprossen verschiedener Blasen unter einander, oder eine Sprosse mit einer Blase, oder die Blasen direct miteinander, und so kommt ein communicirendes Gefässsystem zu Stande. Die Sprossenbildung dauert noch fort, nachdem das communicirende Netzwerk angelegt ist. Im Schwanze der Froschlarven, wo man die Neubildung der Gefässe allerdings erst zu einer Zeit beobachten kann, wo schon Kreislauf eingeleitet ist, ist die Sprossenbildung so präcise ausgedrückt, dass sie kein nüchterner Beobachter verkennen kann. Die Gefässwände schicken Fortsätze aus, die Fortsätze werden dicker, verbinden sich mit Fortsätzen anderer Gefässe oder mit anderen Gefässen direct, und indem die Fortsätze ausgehöhlt werden, ist die Communication hergestellt. Dabei bleibt es übrigens wahrscheinlich, dass auch noch im Schwanze der Froschlarven freie Zellen Ausläufer bekommen und sich an ein Gefäss anschliessen, um dann die Rolle zu spielen, welche, der früheren Schilderung zufolge, die Gefässausläufer spielen. Meine Beobachtung, dass in dem Schwanze der Froschlarven beiderseits geschlossene blutkörperchenhaltige Spindeln vorkommen, ist neuerdings

1) Wiener Sitzungsberichte Bd. LII.

von J. Arnold bestätigt worden. Diese Beobachtungen legen es nahe, dass selbst noch im Schwanze der Froschlarven eine endogene Bluterzeugung vorkommt. Es ist ausserdem durch Arbeiten, welche derzeit in meinem Laboratorium ausgeführt werden, schon sichergestellt, dass auch in sogenannten vascularisirenden Entzündungsheerden das Blut endogen entstehen kann, indem die Wände der Zellen zu Gefässwänden werden.

Eine andere Art der Gefässneubildung ist bis jetzt nicht beobachtet worden.

Ursprünglich sind alle Gefässe, sie mögen später das Herz, oder Arterien, oder Venen bilden, gleich den Capillargefässen gebaut, das heisst, sie haben nur je eine kernhaltige Wand, und diese Wand besteht im embryonalen Zustande aus embryonalem Zellleibe oder Protoplasma. Die Complication, welche der Bau des Herzens, der Arterien und Venen nachträglich erfährt, ist der Erfolg eines secundären Processes an der Aussenwand des ursprünglichen Röhrensystems, über welchen uns bis jetzt die näheren Kenntnisse noch fehlen. Die Endothelien des Herzens der Arterien und Venen haben also dieselbe genetische Dignität wie die Wände der Capillaren.

Da man in den Capillaren des fertigen Gefässsystems durch die Silberfärbung ein System brauner Linien hervorrufen kann, welche direct übergehen in die braunen Kittsubstanzstreifen der Endothelien sowohl der Arterien wie der Venen, müssen wir annehmen, dass sich die Kittsubstanzstreifen in dem ganzen Systeme nachträglich gebildet haben. Es entspricht dieser Vorgang dem allgemeinen Entwickelungsprincipe. Ausser bei den ersten Anlagen des mittleren Keimblattes ist weiter kein Beispiel bekannt, dass Zellen zusammentreten, um ein zelliges Gefüge zu bilden. An allen Epithelien, sowie an allen Endothelien sehen wir die Zellentheilung nur so ausgedrückt, dass aus einer Zelle zwei oder mehr Zellen werden, dass aber diese nicht aus einander rücken, sondern eben nur Kittsubstanzen auftreten, welche die Discontinuität der Individuen andeuten. Genau dasselbe müssen wir für die ursprünglich einheitlichen Protoplasmaröhren annehmen. Ich muss noch einmal das schon in der Einleitung gebrauchte Beispiel anziehen, dass die Gefässe ursprünglich wie Kanonenröhren angelegt werden, dass sie sich aber nachträglich wie Schornsteine zusammengesetzt erweisen.

Ueber das Wo und Wie der Blutbildung im Embryo nach Vollendung der ersten Gefässanlagen wissen wir sehr wenig. Reichert[2] hat behauptet, es entwickele sich das Blut in der Leber. Befriedigende Beweise sind dafür aber nicht beigebracht worden. Da mit Markräumen versehene Knochen erst spät auftreten, so kann die von Neumann und Bizzozero vertheidigte Entstehung des Blutes für die erste Zeit auch nicht in Betracht kommen. Ob überhaupt,

1 Virchow's Archiv Bd. 58
2 Entwickelungsgesch. etc.
3 Entwickelungsleben etc.

und wie bald die Markräume in den Fötusknochen als Bildungsstätten des Blutes fungiren, bleibt vorläufig unbeantwortet. Für die frühen Entwickelungsstadien können endlich die Lymphdrüsen kaum noch als Quelle der farblosen Blutkörper angesehen werden, da, wie Sertoli [1]) gezeigt hat, die ersten Spuren derselben erst bei Embryonen einer späteren Entwickelungsperiode gefunden werden.

Bevor ich die Entwickelung der quergestreiften Muskelfasern beschreibe, muss ich noch Einiges über ihre Struktur nachtragen, zumal dieselbe in dem Capitel VI theilweise unbesprochen blieb. Die quergestreiften Muskelfasern sind spindelförmig oder cylindrisch und mit stumpfen oder zugespitzten Enden versehen. Die Dicke der Fasern variirt ausserordentlich, sie sind zuweilen schon mit dem freien Auge sichtbar, zuweilen um ein Vielfaches dünner: im kleinen Muskel sind sie so lang wie diese, werden aber auch in grösseren Muskeln angeblich nicht über vier Centimeter lang.

Schwann hat an den Muskelfasern eine Scheide entdeckt, das Sarcolemma, und es ist seit jener Zeit die Vorstellung gebräuchlich, dass dieses Sarcolemma von der eigentlichen Muskelsubstanz vollständig ausgefüllt wird. An frischen Fasern kann man die Scheide nicht sehen, wohl aber, wenn man die Muskelfasern mit Wasser oder verdünnter Essigsäure, kurz mit Körpern behandelt, welche die Scheide intakt lassen, die Muskelsubstanz aber zum Quellen bringen; die Scheide berstet dann an irgend einer Stelle, die Muskelsubstanz quillt vor, und man kann in solchen Fällen den Risskanal der Scheide ziemlich deutlich erkennen. Zuweilen genügt es, an solchen Präparaten, namentlich wenn man sich dazu nicht frischer Muskeln bedient, sondern solcher, die schon etwa 24 Stunden todt sind, die Scheide in grösseren Strecken sichtbar zu machen. Man erkennt sie dann als eine sehr dünne, äusserst durchsichtige und, mit unseren Hilfsmitteln gesehen, strukturlose Haut.

Schwann hat auch die Kerne des Muskelfasern entdeckt; es sind das die Muskelkörperchen der Autoren, aus deren genauerer Untersuchung Max Schultze bekanntlich die ersten Anhaltspunkte gewann für die Reform der Zellenlehre. Man sieht rings um diese Kerne häufig, wenn auch nicht immer, einen Saum feinkörniger Substanz, und in diesen Fällen sind also die Muskelkörperchen Zellen; sie bestehen aus Zellleib und Zellkern.

Die Muskelkörperchen liegen zumeist an der Oberfläche der Muskelsubstanz, zwischen diesem und dem Sarcolemma. Donders [2]) hat gefunden, dass in den Herzmuskelfasern die Muskelkörperchen im Inneren der Fasersubstanz liegen, Rollett [3]) hat ferner gezeigt, dass man Muskelkörperchen im Inneren der Substanz antrifft, in Muskeln von Amphibien, Fischen und Vögeln.

Schwann hat endlich aus der Muskelsubstanz Fibrillen dargestellt, die er

1) Wiener Sitzungsber. Bd. LIV. 1866.
2) Physiologie des Menschen; deutsch von Teile.
3) Wiener Sitzungsberichte 1857.

als perlschnurartige Fäden beschrieb. Durch die regelmässige Aneinanderlagerung der dickeren und dünneren jener Fäden sollte die eigenthümliche Erscheinung begründet sein, wegen welcher man diese Fasern als quergestreifte bezeichnet. Wenn man nämlich eine solche Faser von der Oberfläche aus ansieht, so gewahrt man in der Regel mit einander abwechselnde lichtere und dunklere Zonen von einer gewissen Breite. Diese Zonen sollten also entstehen durch die regelmässige Aneinanderlagerung dickerer und dünnerer Abschnitte der Fibrillen. Die Muskelfaser war also, wie es Valentin nannte, ein Bündel von Fibrillen und man bezeichnet sie seither auch als Muskel-Primitivbündel.

Bowman behauptete, die Fibrillen seien nicht ursprünglich in der Faser vorhanden, sondern sie seien das Product eines Zerfalles. Zuweilen, sagte er, zerfallen die Fasern nicht in der Längenrichtung, sondern nach der Richtung der Querstreifen, wodurch sich Scheiben (discs) ergeben. Würde man eine Muskelfaser nach beiden Richtungen hin spalten, das heisst der ganzen Dicke nach in Fibrillen und dann der ganzen Dicke nach in Scheiben, so bekäme man Theilchen »Sarcous elements«, aus welchen eigentlich die Muskelfaser zusammengesetzt ist. Rollett hob hervor, dass Bowman nur von einerlei Substanz gesprochen, das Bindemittel aber übersehen hat.

Wharton Jones hingegen hat zuerst von der abwechselnden Folge zweier verschiedener Substanzen in der Längsrichtung der Faser gesprochen, nämlich von Scheiben und einer intermediären Substanz.

Dobie hat die Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Substanzen auf die Fibrille selbst übertragen und dieselbe als eine liniare Reihe heller und dunkler und mit einander abwechselnder Körper beschrieben. An diese Darstellung knüpfte Rollett an. Er fasste die Muskelsubstanz der Faser im Sinne Schwann's als ein Bündel von Fibrillen auf und sah jede Fibrille an als gegliedert durch eine Wechselfolge von zweierlei Substanzen, deren einer er wegen ihrer härteren Umrisse ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen zuschreibt als der anderen. Die stärker brechende Substanz nannte er Hauptsubstanz, die andere Zwischensubstanz. Auf die ganze Faser bezogen wechselten hier Scheiben von Zwischen- und Hauptsubstanz mit einander ab, und zwar entsprechen die letzteren den Scheiben Bowman's. Auf die Fibrillen bezogen entspricht die Hauptsubstanz einem Sarcous element oder Fleischtheilchen. Rollett konnte damals schon über die Entdeckung Brücke's berichten, wonach die doppelbrechende Eigenschaft nur den Hauptsubstanzen inhärire, den Zwischensubstanzen aber mangle.

In Bezug auf die innere Anordnung der Fibrillen schloss sich Rollett, namentlich gestützt durch die Untersuchung von Querschnitten aus festgefrorenem Rinderherzen den Anschauungen Leydig's an, nach welchen das Primitivbündel von einem Lückensystem durchbrochen ist. Er schloss dies aus der Configuration der Zeichnungen, welche sich aus den Querschnitten ergeben hatten. Unterwarf er die Schnitte einer mehrtägigen Maceration, dann

wurden auf denselben auch Querschnitte der Fibrillen sichtbar. Cohnheim [1]) hat später das Erfrieren frischer Muskelfasern methodisch durchgeführt und gezeigt, dass die Querschnitte solcher Fasern als Querschnitte durch das lebendige Gewebe anzusehen sind. Aus solchen Schnitten nun hatte er die eigentliche Muskelsubstanz zusammengesetzt gefunden, aus zwei ganz verschiedenen Substanzen, und zwar einer von grosser Durchsichtigkeit und starkem Glanz und einer von geringerer Durchsichtigkeit und mattem Aussehen, die in ungleicher Massenvertheilung angeordnet sind. Die starkglänzende Substanz beschrieb er als ein dichtes Gitterwerk schmaler, nur an einzelnen Stellen sich verbreiternder Linien, die sich unter allen möglichen Winkeln durchschneiden; die matte Substanz aber als mosaikartig angeordnet, in Gestalt zahlloser kleiner Dreiecke, Vierecke und Fünfecke, die von einander durch die schmalen Säume der durchsichtigeren Substanz geschieden werden; an einzelnen Stellen seien die Körperchen des Mosaik weiter von einander entfernt, die glänzende Substanz reichlicher angehäuft, und es markiren sich mitten in diesen Stellen die Muskelkerne. Cohnheim sieht die matten Felder des Mosaik als die Querschnitte der Sarcous elements an. Er führt demgemäss weiter aus, dass der Querschnitt der lebenden Muskelfaser der Längsansicht insofern entspricht, als auch an jenem die Sarcous elements, umschlossen von einer zweiten differenten Substanz, sich präsentiren. In Bezug auf die Consistenz dieser letzteren, sagt Cohnheim, indem er sich auf die Arbeiten Kühne's stützt, dass sie nur einen flüssigen Aggregatzustand haben können.

Aus dieser Darstellung ergab sich eine wesentlich neue Auffassung der Muskelstruktur und die lautet, dass Sarcous elements, von einer flüssigen Zwischensubstanz umgeben, schichtenweise (Scheiben) wie die Schichten von Bausteinen einer Mauer über einander geordnet die Muskelsubstanz zusammensetzen.

Kölliker [2]) ist dieser Auffassung von Cohnheim wieder entgegengetreten; er behauptet, dass die von Cohnheim beschriebenen Felder die Querschnitte von Muskelsäulchen sind, die er wieder als aus kleineren Fibrillenbündeln zusammengesetzt ansieht. Er fasst also den Querschnitt wieder im Sinne von Leydig und Rollett auf.

Wie sich aus den Darstellungen Kühne's p. 149 dieses Buches ergiebt, fasst er den Inhalt in dem Sinne auf, wie sich aus der Darstellung Cohnheim's leicht ableiten lässt.

So lagen die Sachen, bis durch die nahezu gleichzeitig erschienenen Arbeiten von Krause und Hensen eine wesentlich andere Auffassung angebahnt wurde. Nach Hensen [3]) verhielt es sich mit dem Baue der Muskelfasern etwa wie folgt.

1) Virchow's Archiv Bd. 34.
2) Siehe dessen Handbuch 1867 und Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16.
3) Arbeiten aus dem Kieler physiologischen Institut. 1868.

...ich das Gesichtsfeld durch Glimmerplatten färbt, so sieht man, ... glänzenden Bänder wie die matten Scheiben stets in derselben ...n. Hensen wie Krause nahmen aber an, dass nur eine von ...p sei.

... mich, soweit es die Deutung betrifft, welche Krause und Hensen ... zuerst gesehenen Bildern gegeben haben, an Heppner anschlie... aber nicht behaupten, dass die Angelegenheit damit erledigt sei. ...h, seitdem Heppner die erwähnten Versuche in meinem Labora...geführt hat, häufig und eindringlich mit dem Baue der Muskelfasern ... bin aber bis jetzt in Rücksicht auf die angeregte Frage zu keinem ... gelangt.

... Untersuchungen bezogen sich ausschliesslich auf frische Muskel...ie ich ohne Zusatzflüssigkeit unter Deckglas gebracht und dessen ...ann durch Leistchen von Glaserkitt mehr oder weniger sanft an den ...ger gedrückt hatte. Auch habe ich den Umstand nicht vermieden, ...sen in einer nachträglichen Publication contra Heppner so sehr rügt, ... nämlich zumeist die Muskeln von Hydrophilus benützt, weil eben, ... schon von ausgezeichneten Fachgenossen hervorgehoben wurde, die ...n dieses Thieres für unsere Zwecke ausserordentlich günstig sind. ...it der Linse No. 15 von Hartnack untersucht, sieht man in den Fällen, ...chen die noch lebenden Muskelfasern quergestreift erscheinen, dass die ...hensubstanzen (im Sinne Rollett's) nicht homogen sind. Man kann, na...lich wenn diese nicht sehr schmal sind, deutlich unterscheiden, dass hier ...le Körnchen in einer hellen Grundsubstanz liegen. Sehr häufig habe ich der ...genrichtung nach in einer Scheibe nur zwei Körnchen zählen können. Im ...rigen wechselt aber die Anordnung derselben in der hellen Grundsubstanz. ...d sieht die ganze Zwischensubstanz wie eine dichtgranulirte Protoplasmazone ...s, bald wieder ist sie stellenweise von den Körnchen frei, oder es sind diese ...nner gesäet und unregelmässig vertheilt. Es ist vielfach angegeben worden, ...ass die Zwischensubstanz bei wechselnder Einstellung bald hell, bald dun...el erscheint. Ich muss aber für die Auflösung, welche die Linse No. 15 giebt, mit Entschiedenheit behaupten, dass die Zwischensubstanz da, wo die Granulationen liegen, bei scharfer Einstellung immer dunkel, da wo aber keine Granulationen sind, immer hell und zwar heller ist, als die Hauptsubstanz. Die Hauptsubstanz bleibt bei allen Einstellungen gleichmässig matt.

Die Bilder, unter welchen die Muskelfasern von Hydrophilus, so lange sie sich noch sehr lebhaft bewegen, erscheinen, sind übrigens ausserordentlich wechselvoll. An denjenigen, welche nur quergestreift erscheinen, wechselt die Breite der Haupt- und Zwischensubstanz, variirt die Form der Grenzflächen beider, so dass die Zwischensubstanz bald einen Knoten, bald wieder eine Verdünnung zeigt; es wechselt ferner die Stellung der Scheiben zur verticalen; bald sind sie windschief gestellt, bald wieder eben und vertical. Auch nimmt je eine Zone nicht immer die ganze Oberfläche oder das ganze

Areal eines Durchschnitts ein: es treten zuweilen Verschiebungen auf, so dass man den Eindruck erhält, als wenn die eine Hälfte der Faser gegen die andere um eine halbe Scheibenbreite verschoben wäre: dabei können die Grenzcontouren zwischen Haupt- und Zwischensubstanz unterbrochen oder winkelig gekrümmt werden. Andere Fasern erscheinen quer und längsgestreift, und zwar geht die Längsstreifung bald durch beide Substanzen durch, bald wieder beschränkt sie sich nur auf die Hauptsubstanz. Wieder andere Fasern erscheinen nur längsgestreift, und noch andere weder längs- noch quergestreift. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass alle diese Zustände lebenden Fasern entsprechen. Man sieht das Wogen einer Faser, die weder quer- noch längsgestreift ist, ausserordentlich deutlich, und man sieht auch deutlich, wie eine solche Faser plötzlich ganz oder stellenweise die eleganteste Querbänderung annimmt, um sie ebenso rasch aufzugeben. Ich kann, um diese Zustände zu versinnlichen, nur auf jenes Bild hinweisen, welches ein in lebhaften Evolutionen begriffenes Infanteriecorps von der Vogelperspektive gesehen darbieten könnte: wie es bald in tieferen oder weniger tiefen Colonnen aufmarschirt und ungleich breit quergebändert erscheint, bald sich wieder in Linien formirt, welche auf die Colonnenrichtung senkrecht stehen, und bald endlich ein Viereck bilden, in welchem Quer- und Längsstreifung verschwinden, um im nächsten Augenblicke die eine oder die andere hervortreten zu lassen. Dass solche Erscheinungen sich am besten mit der Vorstellung, nach welcher der Muskel aus kleinen Disdiaklasten-Gruppen und einer flüssigen Zwischensubstanz zusammengesetzt sei, verträgt, ist selbstverständlich. Nur wollen wir uns bis jetzt nicht der Ansicht verschliessen, dass sich gegen diese Anschauungsweise noch mancherlei Bedenken erheben lassen.

Es scheint mir wichtig, noch jener Arbeiten zu gedenken, welche sich mit dem Muskelgewebe niederster Thierformen beschäftigen. Vielleicht werden die Arbeiten auf diesem Gebiete einmal die Fragen entschiedener lösen, als es durch die Untersuchungen der Wirbelthiere und der Arthropoden möglich ist. Ich muss mich, da mir keine eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiet zur Disposition stehen, an die letzte Publication, das ist die von SCHWALBE [1] halten, auf welche ich auch alle diejenigen verweise, die sich mit dem Gegenstande und mit der Literatur desselben genauer bekannt machen wollen. Ich hebe daraus nur Folgendes von allgemeiner Bedeutung hervor. Zunächst, dass die niederste Thierform, bei welcher noch quergestreifte Muskelfasern angetroffen werden, die Coelenteraten sind. MAX SCHULTZE, BRÜCKE und VIRCHOW haben an der Muskelfaser der Schwimmscheibe von Aurelia aurita und KÖLLIKER an den Faserzellen von Pelagia und Agalmopsis deutliche Querstrei-

[1] SCHULTZE's Archiv, Bd. 5.

fen gesehen. Ferner ist hervorzuheben, dass nach den Beobachtungen von Schwalbe an Ophiothrix fragilis (Echinodermen) die Muskelzellen zwischen den Ambulacralwirbeln erstens schon ein Sarcolemma besitzen, zweitens die Muskelsubstanz doppelt schräggestreift erscheint. Solche Liniensysteme sind seiner Angabe nach schon früher von Mettenheimer an Muskeln von Arenicola piscatorum und Nereis succinea beobachtet worden. Derselben Erscheinung ist auch noch bei der Beschreibung der Molusken gedacht. Von Belang scheint mir ferner die besonders an Muskeln von Nematoden und Hirudinaen beobachtete Zusammensetzung der Faserzellen aus einer den Kern umschliessenden Marksubstanz und einer in Fibrillen zerfallenden Rindensubstanz. Diese Beobachtung wurde zwar von G. Wagener an Querschnitten getrockneter Muskelfasern von Aulosdoma nigrescens beobachtet. Schwalbe bestätigt die Beobachtung für Hirudo medicinalis. Diese Beobachtungen scheinen mir schon deswegen von besonderem Belang, weil sie einem Entwicklungszustande der Wirbelthiere entsprechen. Schliesslich will ich hervorheben, dass Weissmann[1]) die Muskelfasern abgetheilt hat in Muskelzellen und Muskelprimitivbündel, welcher Eintheilung G. Wagener[2]) entgegentrat. Wagener erklärte die Fibrille als das Primitivelement der Muskelfasern.

Ich kann mich nun über die Entwickelung der Muskelfasern sehr kurz fassen. So weit meine Beobachtungen an Embryonen von Kaninchen reichen, muss ich mich der Annahme Remak's und seiner Gesinnungsgenossen anschliessen, dass eine Muskelfaser aus einer Zelle hervorgeht, welche zunächst zu einer Spindelzelle heranwächst und an Dicke zunimmt; dann vermehren sich die Kerne, und an deren Oberfläche entsteht zunächst ein Mantel von Längsstreifen, der gleichsam die Rinde zu einer kernhaltigen und körnigen Marksubstanz darstellt. Sobald einmal dieser Mantel ausgebildet ist, wird man auch bald solche Fasern antreffen, in welchen derselbe quergestreift erscheint. Es hat also bis jetzt den Anschein, als wenn je eine Spindelzelle von der Peripherie gegen das Centrum allmälig in Muskelsubstanz umgestaltet würde. Es ist wichtig, hervorzuheben, dass die ersten Spuren von Muskelsubstanz in den Faserzellen stets fibrillär erscheinen. Es muss aber auch hervorgehoben werden, dass wir solche Fasern in ganz frischem Zustande gar nicht untersuchen können. Wenn wir sie aus lebenden Embryonen herausnehmen, so sterben sie sehr bald ab, und es ist daher immer noch nicht entschieden, ob die Muskelsubstanz bei ihrem ersten Auftreten immer auch fibrillär ist. In Bezug auf die Entwickelung des Sarcolemmas muss ich hervorheben, dass ich in der Entwickelung keinerlei Anhaltspunkte finden konnte, um sie als Zellmembran anzusprechen. Hingegen habe ich Beobachtungen gemacht, welche es sehr nahe legen, dass das Sarcolemma auf Zellen zurückzuführen ist, welche an die Muskelzelle herantreten, um sie einzuschei-

1) Zeitschrift für rat. Med. 1862 und 1864.
2) Archiv von Reichert etc. 1863.

mit Nucleus, noch mit Nucleolus im Zusammenhange steht. Die embryonalen Nervenzellen, welche schon ganz entwickelte Axencylinderfortsätze haben, besitzen einen auffallend grossen Kern, so dass es beim ersten Anblicke scheint, als ob dieser ganz nackt sei und unmittelbar am Ende des Axencylinders sitze, wie ein Stecknadelkopf auf der Nadel. Doch bei genauerer Betrachtung und bei guter Vergrösserung kann man schon eine sehr schmale Protoplasmaschicht unterscheiden, welche von dem grossen Kern von allen Seiten scharf abgegrenzt ist und dem Axencylinder seinen Ursprung giebt. Der in seinem Anfange verhältnissmässig dicke und kegelförmige Axencylinder verschmälert sich im weiteren Verlaufe grösstentheils, ohne sich zu theilen, und verwandelt sich in eine ungemein dünne Fibrille. In diesem Zustande geht er aus der Schädelhöhle des Embryo aus und reicht bis zu den entferntesten Theilen desselben, wo er sich nicht selten in ein Bündel äusserst feiner, nur noch mit Nr. 15 Hartnack's gut sichtbarer Fäserchen auflöst.

Nachträge.

I.

Ueber die Structur der Synovialhäute.

Von

Dr. Ed. Albert.

Schon BICHAT schied die Synovialhäute von den ächten serösen Membranen und theilte dieselben in 2 Classen: 1. die Kapseln der tendinösen Scheiden, Synovialkapseln, und 2. die Synovialmembranen der Gelenke. Seitdem wurde von den Anatomen an dem Schema nicht gerüttelt, und nur in einer Richtung wurde geforscht, ob nämlich der epitheliale Ueberzug der Synovialhaut der Gelenke auch über den Gelenksknorpeln sich vorfinde. Erst im Jahre 1866 trat HÜTER[1] mit einer Arbeit auf, deren Resultate geeignet schienen, die synovialen Häute aus ihrer so lange behaupteten Stellung in dem Schema der Häute des menschlichen Körpers zu verdrängen.

Auf Grund der Versilberungsmethode läugnete HÜTER das Vorhandensein eines Endothels und behauptete, die Synovialis sei von einem besonders modificirten Bindegewebe ausgekleidet, dessen Formen bald an das Endothel, bald an die Saftcanälchenzeichnung der Cornea erinnern epithelioides und keratoides Bindegewebe. Die Anfechtungen, welche die Methode v. RECKLINGHAUSEN's, durch SCHWEIGGER-SEIDEL[2] erfuhr, richteten sich auch gegen die HÜTER'sche Aufstellung, und hat SCHWEIGGER-SEIDEL die Existenz eines Epithels vorzugsweise durch Darstellung regelmässig auf der Fläche gelagerter Kerne nachzuwiesen gesucht.

Bei Weitem entschiedener hat LANDZERT in einer vorläufigen Mittheilung[3], die Existenz eines Epithels Endothels über der Zeichnung der Saftcanälchen aufrecht gehalten.

Dagegen hat R. BÖHM[4], in seiner Inauguraldissertation die HÜTER'sche Ansicht bezüglich der Silberbilder auf der Synovialis vollständig acceptirt und noch dadurch erweitert, dass er auf Grund von Untersuchungen des frischen Objects im Salzwasser die innerste Lage der Synovialis als eine Lage kernloser Zellen zu erkennen glaubte.

1 VIRCHOW's Archiv. Bd. 36. und Klinik der Gelenkkrankheiten. 1870.
2 Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. 1860.
3 Centralbl für medicinische Wissenschaften. 1867. No. 24.
4 Beitrage zur Anatomie und Pathologie der Gelenke. 1868

Lässt man ganze Gelenke, die ausgiebig eröffnet worden sind, in einer Lösung von Chromsäure (1 : 10,000 — 1 : 5000) einige Tage liegen, so bringt man an der innersten Schicht der Synovialmembran ganz leicht vollkommene Zellen zur Anschauung, die durch sehr schwache Färbung mit Carmin noch deutlicher werden. Man bemerkt nun eine continuirliche Lage von rundlichen oder polygonalen Zellen, stellenweise mit ganz kurzen Ausläufern, die je einen deutlichen, granulirten, rundlichen, ovalen Kern mit Kernkörperchen besitzen.

Der Kern füllt mitunter nahezu den ganzen Raum der Zelle aus, so dass vom übrigen Zellkörper nur ein schmaler Saum bemerkt werden kann; in anderen Fällen ist der central gelegene Kern kleiner, der Zellkörper grösser. Durch diese Beobachtungsmethode wurde nun sicher gestellt, dass die innerste Schichte der Synovialis mit vollkommenen kernhaltigen Zellen ausgekleidet ist.

An Silberbildern fällt es wieder vor Allem auf, dass man an ausgebreiteten Strecken der Synovialmembran zwei Schichten von Zeichnungen erblickt. Die obere Schicht giebt Bilder, welche einer Endothelzeichnung am meisten ähnlich sind. Die darunter liegende Schicht zeigt das charakteristische Gefässnetz mit den engen rhombischen und quadratischen Maschen und dazwischenliegenden Saftcanälchen. Wenn man diesen Befund mit jenem Hüter's vergleicht, so erscheint als der erheblichste Unterschied der, dass nach Hüter [1]) die epithelähnlichen Bildungen mit den Keratoiden (Saftcanälchen) in einer Schicht liegen. Hat man sich aber an gelungenen Bildern überzeugt, dass dem nicht überall so ist, so ist man leicht versucht, die Hüter'sche Anschauung für irrthümlich zu halten (Landzert) und die Synovialmembranen für einfache seröse Häute anzusehen. Je weiter man aber in der Untersuchung fortschreitet, desto mehr überzeugt man sich, dass die Voraussetzung, dass die oberflächlich liegenden unregelmässigen (Keratoiden) Zeichnungen misslungene Endothelzeichnungen sein könnten, dennoch nicht zutrifft; man überzeugt sich, dass die endothelähnlichen Zeichnungen zwar in der grössten Ausdehnung der Synovialmembran auftreten, dass es aber dennoch constante Stellen giebt, an welchen sie nie vorkommen, und für diese Stellen gilt zweifellos das, was Hüter behauptet. Man kann auch im Allgemeinen angeben, welche Stellen dies sind. Nimmt man den höchsten Punkt eines Gelenkkopfes, also z. B. den des Oberarmkopfes, zum Ausgangspunkte, so findet man weit um den Pol herum runde Knorpelzellen, die am Erwachsenen durch breite Streifen von Intercellularsubstanz von einander getrennt sind, beim Kinde aber so nahe an einander liegen, dass die Intercellularsubstanz nur schmale Gitterstreifen zwischen den Zellen darstellt, wodurch ein epithelähnliches Bild gewonnen wird. Nähert man sich dem Aequator der Kugel, so treten Zellen auf, die eckige Contouren und kurze, vereinzelte Ausläufer zeigen.

1. l. c. p. 48.

Noch weiter werden die Knorpelzellen vielstrahlig, die einzelnen Ausläufer verhältnissmässig sehr lang, selbst wieder verzweigt, und durch die Ausläufer entstehen Anastomosen.

Wenn man auf diese Weise bis an die Insertion der Kapsel vordringt, so stösst man auf eine Zone, wo die Knorpelzellen allmählig in Bindegewebszellen [1]) übergehen.

Man ist da im Bereiche der Synovialis. Alsbald stösst man nämlich auf Gefässe, welche theils Arkaden bilden, theils in die Tiefe tauchen und zwischen ihren Maschen die Saftcanälchen einschliessen. Aber eine darüber liegende Zellenschicht lässt sich nicht erkennen. Erst weiter, wo die Synovialhaut als deutlich erkennbare Membran frei von der Pfanne auf den Gelenkkopf zieht, wird man der oberflächlichen endothelähnlichen Zeichnung gewahr.

Man findet aber an den Synovialmembranen eine Zone, die Ansatzzone, welche nach einer Richtung hin den Uebergang zum Knorpel, nach der anderen Richtung einen solchen zu einer serösen Membran bildet. Es entsteht nun die Frage, ob jenseits dieser Zone oder deutlicher gesprochen, zwischen den beiden Ansatzzonen — da sich ja die Synovialis zwischen zwei Knochenlinien ausspannt — die Membran den Charakter einer serösen Haut im strengen Sinne beibehält. Es ist Sache der Auffassung, ob man die Unterschiede wichtig genug findet, um die synovialen Häute von den serösen zu trennen.

Als solche Unterschiede ergeben sich aber folgende: Erstlich ist auch an den gelungensten Präparaten wahrzunehmen, dass das Gitterwerk der Kittsubstanz nicht so feine und gleichmässig breite Linien allenthalben einhält, wie an den serösen Häuten; dass die Grösse und Gestalt der Zellen und die Beschaffenheit ihrer Kerne viel erheblicher variirt, als dort. Zweitens ist es Regel, dass man in den meisten Gelenken und an vielen Sehnenscheiden Zotten antrifft. Ich habe solche auch an den Gelenken der Neugeborenen beobachtet. Hüter hat als weiteres Unterscheidungszeichen angegeben, dass die Gefässe der Synovialhaut nackt liegen. Dieses Merkmal wäre allerdings von entscheidender Wichtigkeit; allein die Behauptung Hüter's ist nicht durchwegs richtig. Wo sich jenes Stratum der bedeckenden Zellen über der Saftcanälchenschicht befindet, gehen die Zellen in einem Continuum auch über die Gefässe hinweg. Gleichwohl scheint mir Hüter's Meinung, dass die fraglichen Zellen von den Endothelien zu trennen wären, begründet und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, dass man beim Frosch, wo die Endothelien so entwickelt sind, solche an der Innenseite des Gelenkes nicht vorhanden sind, sondern Zellen, die ihrem ganzen Habitus nach mit den epitheliodien Zellen der Säugethiere übereinstimmen.

---

1) Die Wichtigkeit dieses Umstandes für die Auffassung der Saftcanälchen hat Böhm ganz klar ausgesprochen. Ich habe gegen Böhm nur zu erinnern, dass das Vorkommen der sternförmigen Knorpelzellen an die Nähe der Insertion der Synovialis gebunden ist und nicht an mechanische Verhältnisse des Knorpels, an ein Freisein von Reibung u. dgl.

Böhm wiederum hat darauf hingewiesen, dass bei den ächten serösen Häuten die Epithelialschicht niemals über Fett, wo sich solches findet, hinüberziehe, was bei den synovialen Häuten ja der Fall ist; ferner auf den Umstand, dass die oberflächlichen Zellen sich nicht wegpinseln lassen. Was den ersten Umstand betrifft, so ist zu erinnern, dass auf ächten serösen Häuten es ebenfalls vorkommt, dass die Endothelzeichnung über die Fettzellen hinwegzieht.

Ich behaupte also:

Gegen Hüter: dass die Gelenkssynovialis zwei Schichten, eine deckende Zellenschicht und eine Saftcanälchenschicht besitze;

Gegen Böhm: dass die deckende Zellenschicht kernhaltig ist;

Gegen Schweigger-Seidel: dass die Anordnung und Gestaltung der Kerne in der deckenden Schicht seinen Zeichnungen geradezu nur ausnahmsweise entspricht.

Eigenthümlich ist auch das Verhalten der Gelenksmembranen den Gelenksbändern gegenüber, was man am Knie-Schulter-Hüftgelenk nachweisen kann. Alle Bänder haben auf der der Gelenkshöhle zugekehrten Seite, wo man einen Ueberzug von Seite der Synovialis annehmen würde, keinen Ueberzug von epithelialen Zellen, sondern es zeigt sich auf ihrer Oberfläche dieselbe Zeichnung, wie auf der Oberfläche der Sehnen, wo sie frei in ihrer Synovialscheide liegen. Die Vorstellung, dass eine geschlossene Membran die ganze Höhle des Gelenkes auskleidet, ist also nicht richtig.

Was die Schicht der Saftcanälchen betrifft, so zeichnet sich die Synovialis durch einen enormen Reichthum derselben aus. Dass sie Zellen, resp. Kerne enthalten, lässt sich durch Behandlung mit Gold oder auch Chromsäure nachweisen; jedoch gelingt der Nachweis etwas schwierig. Die Gestalt der Saftcanälchen zeigt verschiedene Typen.

Von den Blutgefässen behauptete zuerst Böhm, dass sie in Saftcanälchen sich öffnen. Die Räume, in welchen die Blutgefässe liegen, communiciren in der That mit den Saftcanälchen.

Von Lymphgefässen behauptet Hüter, derlei niemals gesehen zu haben. Nur bei Entzündung, wo die Spannung der subsynovialen Lymphgefässe gross werde, erschienen sie zuweilen. Landzert hingegen behauptet, man könne nach seiner Methode der Silberbehandlung die Lymphgefässe deutlich zur Anschauung bringen.

Mir ist dies nicht gelungen. Nur einmal fand ich beim Schwein im Kniegelenke deutliche, spitz zulaufende, von der epithelialen Schicht bedeckte, mit Endothel ausgekleidete Lymphräume. Aehnlich gezeichnete Räume findet man auch beim Menschen sehr häufig, aber nie ist es mir gelungen, Endothel in denselben darzustellen. Es ist möglich, dass Einige davon Lymphgefässe waren, aber so viel ist sicher, dass die meisten dieser hell bleibenden Räume nur Faltenvertiefungen sind, in welche das Silber nicht eindringt. Die Falten treten bei der Silberbehandlung ungemein deutlich hervor, und man kann

zeigen, dass die weissen, an Lymphgefässe erinnernden Räume nur den Falten entsprechen, die man schon mit freiem Auge sieht.

Die Synovialscheiden der Sehnen, ein zur Untersuchung sehr geeignetes Object, haben folgenden Bau: Die Grundlage der Duplicaturen bildet ein fibrilläres Bindegewebe, in welches an constanten Stellen Knorpelzellen eingestreut sind. Darüber liegen Saftcanälchen von derselben Anordnung und Gestalt wie in den Gelenkhäuten; stellenweise sind die Gitter der Grundsubstanz so schmal, dass man an epitheliale Bildungen denken würde. Aber eine genauere Betrachtung lehrt, dass es sich hier ebenso verhalte, wie an den Ansatzzonen der Gelenkssynovialis. Die fraglichen Bildungen liegen in derselben Ebene mit den ausgesprochensten verzweigten Gebilden, und man kann gut verfolgen, wie die Linien der Grundsubstanz sich verbreitern, und in breite gefärbte Felder derselben übergehen. Abgesehen von den Knorpelzellen, haben die als Mesotendon zur Sehne gehenden Lamellen dieselbe Structur.

Die Innenwand der fibrösen Scheide hat endlich dieselbe Structur, wie die Oberfläche der Sehne, und bezüglich der letzteren könnte ich nur das wiederholen, was v. Recklinghausen behauptet hat.

Auch die Innenwand der typischen Schleimbeutel, von denen ich einige (am Menschen) untersuchte, zeigt dieselbe Structur und nicht minder, wie es nach einer einzigen Untersuchung eben nur mit Wahrscheinlichkeit behauptet werden kann, auch diejenige der erworbenen Schleimbeutel.

Da die letzteren offenbar aus Bindegewebstücken hervorgehen, so hätten wir in den synovialen Höhlen wirklich einen Uebergang von einfachen Bindegewebstücken bis zu so organisirten Höhlen, dass sie sich den serösen Höhlen zunächst stellen.

II.

Ueber die ungestielte Hydatide.

Von

Dr. Ernst Fleischl.

Soweit die bisher gewonnenen Resultate einer nichts weniger als abgeschlossenen Untersuchung sich mindestens mit der Berechtigung, an sich festgestellte Thatsachen zu sein, darstellen lassen, sind es folgende:

An der Furche zwischen Hoden und Kopf des Nebenhodens entspringt beim Menschen ein in maximo etwa zwei Erbsen grosses, niemals aber vollständig fehlendes Organ, bisher als »ungestielte Morgagni'sche Hydatide« beschrieben und vielfach verkannt, von KRAUSE z. B. für das Analogon einer Appendix epiploica des Darmes gehalten.

Dieses aus kernreichem Bindegewebe bestehende, von Nerven, Blutgefässen und weiten Lymphräumen durchsetzte Gebilde ist an seiner Oberfläche mit einem Flimmerepithelstratum überzogen, welches sich auch in die weiten, blinddarmförmigen, besonders zahlreich von der Spitze des Organes sich in das Innere derselben erstreckenden Einstülpungen seiner Oberfläche fortsetzt. An der Basis des Organes zieht sich eine geschlossene, meist unregelmässige Linie, oft schon für das freie Auge erkennbar, hin, welche die Grenze zwischen dem »echten Schleimhautepithel« desselben und dem serösen Plattenepithel (Endothel) des visceralen Blattes der Tunica vaginalis propria darstellt, ähnlich wie am freien Rande des Ostium abdominale tubae oder an der Basis des Ovariums eine Linie die scharfe Grenze zwischen Peritoneal- und Keimepithel bildet. Nahe der Basis des Organes beginnt ein Canal, für dessen allgemeines Vorkommen ich einstweilen nicht einstehen kann, der sich gegen die Albuginea testis hinzieht und sich sogar gelegentlich ein Stückchen

weit in die Substanz derselben hineinerstreckt [1]). Die Wandung dieses Canales besteht aus folgenden Schichten. Zu äusserst ein drehrundes Rohr aus dicht verfilzten, meist circulär gelagerten Bindegewebsfasern; sodann eine dicke Lage lockeren Bindegewebes, welches sich in dicht beisammen stehende, gegen das Lumen zu weit vorspringende Längsleisten erhebt, die sich in der Achse des Canales mit ihren Firsten beinahe berühren und tiefe Buchten zwischen sich fassen; zu innerst eine Lage von Cylinderepithel, welches höchst wahrscheinlich Cilien trägt. Die Analogie dieses ganzen Apparates mit denjenigen Theilen des weiblichen Genitales, die sich aus dem oberen Ende des Keimepithellagers entwickeln, ist eine deutliche, und die mikroskopischen Ansichten von Querschnitten des eben beschriebenen Canales und einer weiblichen Tuba sind einander zum Verwechseln ähnlich.

---

1) Dieses Canales hatte ich in meiner vorläufigen Mittheilung über die »ungestielte Hydatide« (Centralbl. 1871, No. 9) keine Erwähnung gemacht, obwohl er mir bereits bekannt war. Bald nach der Veröffentlichung dieser Mittheilung hatte Herr Prof. Waldeyer die Güte, mir seine Ansichten über die Bedeutung des besprochenen Organes, welches er inzwischen selbst untersucht hatte, in einem Briefe mitzutheilen. In diesem Briefe nun ist u. A. eine vollständig zutreffende Schilderung und eine wohlbegründete Deutung des Canales enthalten.

Register.

[illegible]

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

